



*Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Caminos,
Canales y Puertos.*
UNIVERSIDAD DE CANTABRIA



ESTUDIO DE ALTERNATIVAS PARA LA ESTABILIZACIÓN Y REHABILITACIÓN DEL PARQUE DE LA MOTA EN BENAVENTE (ZAMORA)

Trabajo realizado por:
Guillermo Flores Uña

Dirigido:
Jorge Rodríguez Hernández

Titulación:
**Grado en Ingeniería Civil,
Mención Construcciones Civiles**

Santander, Septiembre de 2019

TRABAJO FINAL DE GRADO

Tabla de Contenidos

1	Introducción	10
1.1	Antecedentes	10
1.2	Objetivos y estructura del trabajo	11
1.3	Beneficios y características de los parques	11
2	Renaturalización urbana	16
2.1	Nature Based Solutions en ciudades.....	16
2.2	Bioingeniería para estabilidad de taludes	17
2.3	Sistemas Urbanos de Drenaje Sostenible.....	22
3	Benavente	26
3.1	Problemática	26
3.2	Análisis de los parques existentes	27
4	El Parque de la Mota	46
4.1	Descripción	46
4.2	Histórico de inestabilidades	48
5	Propuestas de actuación	61
5.1	Corredores verdes	65
5.2	Muros Krainer	68
5.3	Pavimentos permeables	71
6	Discusión de las soluciones planteadas.....	74
6.1	Estudio de viabilidad técnica y económica.....	74
6.2	Análisis del cumplimiento de los objetivos de desarrollo sostenible.....	77
7	Conclusiones.....	82
8	Bibliografía	83

Resumen

Título TFG: Estudio de alternativas para la estabilización y rehabilitación del Parque de la Mota en Benavente (Zamora)

Autor: Guillermo Flores Uña

Director: Jorge Rodríguez Hernández

Titulación: Grado Ingeniería Civil, Mención Construcciones Civiles

Convocatoria: Septiembre 2019

En el presente trabajo se ha llevado a cabo un análisis de alternativas para la estabilización y rehabilitación de la mota en Benavente.

Este estudio surge por motivo de las practicas realizadas en el Ayuntamiento de Benavente durante el verano de 2018, en el que se plantea entre los técnicos del ayuntamiento y Guillermo Flores la posibilidad de realizar un estudio de la zona del Parque de La Mota en Benavente para intentar solucionar los problemas de inestabilidad existentes en la zona.

El estudio llevado a cabo contempla la comparación de diferentes tipologías, centradas en las Nature Based Solutions en ciudades, bioingeniería para estabilidad de taludes y sistemas urbanos de drenaje sostenible, en base a los siguientes aspectos: proceso constructivo, viabilidad técnica y económica y cumplimiento de los objetivos de desarrollo sostenible.

El estudio consta de cinco partes diferenciadas:

En **la primera parte** se expone el motivo por el que se elige este tema de estudio y se pone en constancia las diferentes asignaturas de la universidad que me han podido ayudar para la realización del trabajo, a continuación, en la misma parte se explica los diferentes objetivos de la rehabilitación y estabilización de los cuesto de La Mota y la estructura de trabajo que se va a llevar acabo en el estudio. Dichos objetivos son los siguientes:

1. Analizar la importancia de los parques.
2. Descripción de técnicas para la rehabilitación y regeneración urbana (NBS, Bioingeniería, SUDS).
3. Inventario de los parques existentes en Benavente.
4. Selección de las mejores técnicas disponibles que podrían aplicarse en Benavente.
5. Proponer la utilización de corredores verdes para la conexión del Parque de la Mota con el Parque de La Pradera

Para finalizar esta parte y cumpliendo el primero de los objetivos mencionados anteriormente se explican los diversos beneficios que ofrecen los parques en las ciudades. En este apartado se enfocan los beneficios que aportan los parques en las ciudades en 5 tipos:

1. Beneficios psicológicos personales, incluyendo aquellos relacionados con el desarrollo y crecimiento de las personas, salud mental, satisfacción y apreciación personal.
2. Beneficios psicofisiológicos, incluidos reducción en cuadros de depresión, reducción de obesidad, reducción en la incidencia de enfermedades, y aumento en la percepción de la calidad de vida.
3. Beneficios socio-culturales tales como satisfacción con la comunidad, lazos familiares y reducción del crimen.
4. Beneficios ambientales tales como aumento en el cuidado del medio ambiente y preservación del patrimonio.
5. Beneficios económicos tales como reducción en los costos de salud, aumento de productividad, y aumento en el valor de las propiedades o terrenos cercano a los parques y áreas verdes.

Además, se detalla la importancia de las infraestructuras verdes y sus ventajas en las ciudades, como el ejemplo que se expone del Anillo Verde de Vitoria-Gasteiz.

En la **segunda parte** se centra en la importancia de la renaturalización urbana como son NBS en ciudades, los objetivos que estas tienen como pueden ser mejorar la resiliencia al cambio climático, mejorar la salud, calidad de vida, bienestar, cohesión social, beneficios económicos, sociales y medioambientales y las áreas prioritarias en las que actuar.

Centrándose más en la estabilización de los cuetos, en esta parte también se habla de diferentes soluciones de bioingeniería para la estabilización de taludes clasificando dichas soluciones en 5 grandes grupos como pueden ser: siembra de vegetación arbórea, anclaje mediante estacas de madera, barranca viva, muro criba vegetado, muro Krainer.

Otro de los puntos importantes en esta parte es la permeabilización de los suelos por ello se habla sobre los Sistemas Urbanos de Drenaje Sostenible ya que se pretende que la respuesta hidrológica de una zona urbanizada sea lo más parecida posible a la que tenía en su estado original y las diferentes soluciones que se pueden tomar para un perfecto desarrollo del agua en las ciudades.

Un ejemplo de muro Krainer existente cerca de Benavente es el de Santa Cristina de la Polvorosa, tiene una longitud de 120m y se realizó con objeto de adecuar el estado de la margen derecha del río Órbigo.

En la **tercera parte** ya nos centramos más en el caso de estudio explicando la problemática de los pocos espacios verdes existentes, no solo de Benavente sino de Castilla y León, basándonos en una publicación del periódico La Opinión de Zamora en el año 2018. Esta parte también tiene un apartado en el que se centra más en el estudio de todos los parques existentes en Benavente mediante unas fichas en las que se detalla las características de los mismos y posibles mejoras a adoptar para el mejor funcionamiento de los parques. Concretamente en estas fichas de control se especifica la denominación del parque, el estado actual del mismo, la superficie, los principales usos, un pequeño diagnóstico de la vegetación, juegos infantiles, instalaciones y otros, un apartado de comentarios y propuestas, una foto situación del parque y, por último, un número de localización de las fotos de situación en donde se puede ver la localización exacta del parque en el municipio de Benavente.

En **la cuarta parte** se describe la zona de estudio “El Parque de la Mota” y una serie de actuaciones realizadas en el mismo en los últimos años:

En el año 2000 se ejecutó la obra “Muros de contención para la estabilización de los taludes de los Cuestos de La Mota”.

En el año 2011, se ejecutaron las obras de “Adecuación y mejora de accesibilidad de los Cuestos de La Mota en Benavente (Zamora)”, consistentes en la instalación de una pasarela peatonal.

Con todo, en la madrugada del 16 de Marzo de 2013, se produjo un derrumbe de Los Cuestos de La Mota, que arrastró la pasarela y los muros de contención.

Tras el derrumbe, Geocisa emite un primer informe de análisis de los movimientos y de las posibles causas de la inestabilidad producida en los Cuestos de la Mota, así como un posible plan de actuaciones.

Con fecha 25 de Marzo de 2013 el Ayuntamiento de Benavente requiere de los servicios técnicos un informe que determine de las actuaciones planteadas, cuáles son de emergencia y se deben acometer por empresa especializada en un primer momento, con el objetivo de minimizar el grave peligro para las personas y los bienes que existía en aquel momento. Dicho informe técnico debe justificar dicha emergencia.

Con fecha 1 de abril de 2013, técnicos del CEDEX del Ministerio de Fomento, visitan la zona para prestar asesoramiento técnico al Ayuntamiento de Benavente y tras una reunión celebrada el día 2 de Abril de 2013, con los técnicos de Geocisa, se acotan las actuaciones de emergencia.

Con fecha 2 de Abril de 2013, los técnicos de Geocisa presentan un documento técnico, denominado plan de actuación inmediato, en el que se avanza la propuesta técnica para la estabilización del talud de los Cuestos de la Mota. Asimismo, con fecha 4 de abril el CEDEX presenta un informe llamado “Informe sobre la inestabilidad de la ladera del paraje denominado “Cuestos de la mota”, situado junto al parador nacional de Benavente (Zamora)” en el que se describe la inestabilidad de la ladera tras el derrumbe y las actuaciones planteadas para la estabilización de la misma.

Posteriormente se llevaron a cabo las obras acordes a dichas prescripciones así como otras emitidas por el Cedex. Estas actuaciones son un resumen que podremos encontrar en el apartado “Histórico de inestabilidades” de esta misma parte, donde se redacta con mucho detalle todos los trabajos realizados en esta ladera con amplio reportaje de documentos gráficos a lo largo de la historia.

En **la quinta parte, y ultima**, se indica mediante una foto de situación las cuatro zonas donde se va a actuar, y los trabajos a realizar en cada una de ellas.

A continuación se explican las opciones elegidas como mejor solución para las 4 zonas que aparecen en la foto situación comentada anteriormente.

La mejor opción elegida para las Nature Based Solutions son los corredores vegetados. En este apartado se explica todo sobre los corredores vegetados, todas las ventajas que ofrecen a la ciudades y a las personas. También se aprovecha para explicar el procedimiento constructivo de los corredores vegetados. Dicho procedimiento constructivo consta de 4 grandes bloques que son limpieza del terreno, adecuación de taludes, revegetación e instalación de elementos para la fauna.

En cuanto a la mejor solución de bioingeniería para la estabilización de taludes, es los muros Krainer. Explicando las ventajas que tienen los muros Krainer en la estabilización de taludes debido a la utilización de materiales naturales, también se detalla el proceso constructivo de los muros Krainer mediante imágenes que aclaran dicho procedimiento.

Para la mejora del drenaje se opta por los pavimentos permeables, concretamente por los ECODRAINING. Se explica las ventajas que tiene el ECODRAINING en los pavimentos de las ciudades, la variedad de pavimentos permeables existentes, y también, se explican que son estos pavimentos permeables y algunos de los inconvenientes existentes. Por último, se detalla el proceso constructivo con cinco grandes bloques que son la puesta en obra, la consolidación, el acabado, las juntas y el curado.

Para finalizar, se estudia la viabilidad técnica y económica de las diferentes soluciones adoptadas, haciendo un estudio económico de cada una de las soluciones elegidas (corredores vegetados, muros Krainer, pavimentos permeables). En este estudio económico podemos encontrar para cada una de las soluciones la maquinaria a utilizar, los materiales y la mano de obra necesaria con el presupuesto correspondiente, y un presupuesto parcial de corredores vegetados, muros Krainer y pavimentos permeables. Por último, dichas soluciones se someten a un análisis para ver si cumplen los objetivos de desarrollo sostenible.



Foto 1. Foto Parque de la Mota

Abstract

Title: Study of the alternatives for the stabilization and refurbishment of la Mota's park in Benavente (Zamora)

Author: Guillermo Flores Uña

Supervisor: Jorge Rodríguez Hernández

Degree: Civil Engineering, Mention in Civil Constructions

Call: September 2019

On the following study an analysis has been performed on the different possible alternatives for the stabilization and refurbishment of la Mota Park in Benavente (Zamora).

The motivation of this study started during the summer of 2018, while I was doing an internship at Benavente's city council and, in collaboration with the technical office team, the idea emerged as a way to try to solve the instability problems at la Mota Park area.

The study takes into account different types of solutions, focusing on Nature Based Solutions in cities, and bioengineering for the stability of the slopes as well as urban drainage systems. The study of these solutions is based on the construction method, technical and economic feasibility and fulfillment of sustainability development goals.

The study is divided in five different parts:

On **the first one**, the motivation of the study is described, as well as the different classes that I've taken during my time at school that have helped me on this project. On the same part, the different goals of the refurbishment and stabilization of la Mota's area are described, as well as the structure of the study. These goals are:

1. Analyze the importance of parks.
2. Describe techniques for refurbishment and urban regeneration (NBS, bioengineering, USDS).
3. Inventory of the existing parks in Benavente.
4. Selection of the best techniques available and applicable for Benavente.
5. Suggest the use of green corridors for the connection between la Mota Park and la Pradera Park.

To end this very first part, the different benefits of parks in cities are described and divided in five different types:

1. Psychological and personal benefits, including the ones related with personal development, appreciation and appreciation as well as mental health.
2. Psychophysiological benefits, including the reduction of depression, obesity, illnesses and increase on the perception of life quality.
3. Socio-cultural benefits, regarding communities, family relationships and less crime.
4. Environmental benefits such as the increase on the care of the environment and preservation of the cultural heritage.
5. Economic benefits such as reductions on healthcare costs, increase on productivity and positive revalorization of the surrounding properties.

Furthermore, the importance of green infrastructures and their benefits are highlighted, using the 'Green Ring' of Vitoria-Gasteiz as an example.

The second part focuses on the importance of the 'urban naturalization' as a concept that adapts NBS in cities, highlighting their importance regarding their positive impact on increasing resiliency against climate change, improvement of life quality, social cohesion as well as economic, social and environmental benefits.

Focusing more on the stabilization of la Mota Park, this part also talks about different bioengineering solutions to increase the slope stability, classifying them in five different groups: trees plantation, wooden stakes anchoring, 'live ravine', sieved vegetation wall and Krainer wall.

Another important aspect in this part is ground permeation, reason why urban sustainable drainage systems are mentioned, as way to meet urban drainage needs while maintaining as original as possible the affected area,

A Krainer wall example exists very close to Benavente, and it's the Santa Cristina de la Polvorosa one, a 120 m long wall, constructed to adequate Órbigo's River right side.

On the third part, the study focuses on the case study of la Mora Park, explaining all the problems regarding the lack of green areas not only in Benavente but in Castilla y León, as mentioned on a recent article on La Opinión of Zamora (2018). This part includes also a detailed study of the different green areas of Benavente providing information regarding their surface area, main usage, vegetation, current state, facilities as well pictures with the exact location of each of them and the possible alternatives to consider to improve their performance.

The fourth part describes la Mota Park area and the different actions undertaken during the last few years:

In 2000 the "Muros de contención para la estabilización de los taludes de los Cuestos de La Mota" civil work took place.

Then in 2011 the “Adecuación y mejora de accesibilidad de los Cuestos de La Mota en Benavente (Zamora)” civil work took place, consisting on the construction of pedestrian walkway.

On March 16th of 2013 la Mota’s Park slope collapsed and all the civil work mentioned fell. In this moment Geocisa wrote its first report and analysis of the situation, studying the possible triggers as well as possible action plans for la Mota Park.

Later on March 25th of 2013, Benavente’s city council requests technical services in order to determine an emergency action plan, taking into account the danger of the area after the collapse for the surrounding people and goods. This technical services comes in hand of CEDEX (Ministry of Public Works and Transportation), which visits the area on April 1st and on April 2nd, after a meeting with Geocisa’s technical team, defines an emergency action plan.

On April 2nd Geocisa technical team presents an immediate action plan, a technical action plan to stabilize the slope of la Mota’s Park, and later on April 4th, CEDEX presents the “Informe sobre la inestabilidad de la ladera del paraje denominado “Cuestos de la mota”, situado junto al parador nacional de Benavente (Zamora)”, describing the instability of the slope after the collapse and the actions planned to stabilize it. These actions were performed, according to the prescriptions of the CEDEX.

A summary of these actions can be found at “Historico de inestabilidades” (also in part four), with a very detailed description of all the civil works performed and graphic details along time.

On the fifth and last part, it is graphically shown the four areas in which actions are going to take place and the civil works to perform on each of them.

The best option for the Nature Based Solutions are vegetated corridors. In this section everything regarding them is fully explained, with all the pros they offer to cities and people as well as their construction process. This construction process consists on: site clearing, slopes adjustments, replanting and installing different elements for wildlife’s development.

Regarding the best bioengineering solution for slope stabilization, Krainer walls were chosen. This part explains all the pros of Krainer on slope stabilizations due to their use of natural elements, explaining as well their construction process with images to make easier its understanding.

To improve the drainage system, ECODRAINING permeable pavements were chosen as the best alternative. ECODRAINING advantages, disadvantages, and types are explained, as well as the constructive process behind its installation, taking into account its consolidation, joints, curing and coating.

In order to finish the fifth part, the technical and economic feasibility of the chosen solutions (vegetated corridors, Krainer walls and permeable pavements) is studied through an economic analysis. This analysis includes all the equipment,

materials and manpower needed with the corresponding budget, and a partial budget for each of the solutions presented. In the end, each solution is subjected to an analysis in order to prove their fulfillment of the sustainability development goals.



Picture 1. La Mota Park

1 Introducción

1.1 Antecedentes

Este TFG, correspondiente a la Mención en Construcciones Civiles del Grado en Ingeniería Civil de la Escuela de Caminos de Santander, lo he elegido ya que se trata de una oportunidad para hacer un proyecto relacionado con mi ciudad, aplicando mis conocimientos a la resolución de una problemática que existe en Benavente desde hace bastante tiempo y me gustaría poder aportar a su solución. Me ha facilitado el hecho de la elección de las zonas de actuación y la medición de las mismas el haber realizado prácticas en el ayuntamiento, ya que he podido tratar en persona con los técnicos, guiándome en que zonas escoger para mi trabajo y cuál era la problemática de cada una de ellas.

Para la realización del trabajo me han servido muchas asignaturas de la carrera, pero, sobre todo:

-Maquinaria: Ya que para cada actuación es necesario saber que maquinaria instrumentos y mano de obra se va a utilizar

-Organización y control de obras: Esta asignatura me ha servido a la hora de plantear la obra que se va a llevar a cabo primero, así como a plantear una estimación del presupuesto de cada actuación y una prioridad de orden de elección.

-Construcción de obras públicas: Muy útil a la hora de plantear los procesos constructivos de cada actuación

-Impacto Ambiental: En todo el trabajo se ha intentado dotar a la ciudad de un menor impacto ambiental y poder aprovechar al máximo las zonas verdes existentes, términos que aprendemos en esta asignatura.

-Proyectos: Necesaria para saber el orden en el que deben de ir los apartados objetos de estudio.

-Geotécnia y Geotechnical Works: Muy útil para interpretar los estudios geotécnicos previos a las actuaciones, y entender la situación en la que se encuentra la zona de estudio.

1.2 Objetivos y estructura del trabajo

La meta principal de este trabajo de fin de grado es proponer actuaciones concretas para lograr una mayor eficiencia de las zonas verdes urbanas, específicamente para el caso práctico de Benavente, logrando la estabilización y rehabilitación de los cuestos de La Mota.

Por otro lado se intentan llevar a cabo una serie de objetivos particulares orientados a la consecución de dicha meta:

- Analizar la importancia de los parques y la problemática actual al respecto en el caso práctico de Benavente.
- Describir las principales técnicas disponibles actualmente para la rehabilitación y regeneración urbana (NBS, Bioingeniería y SUDS).
- Realizar un inventario detallado y diagnóstico de la dotación de parques con la que cuenta Benavente.
- Proponer la utilización de corredores verdes para la conexión de diferentes parques de la ciudad, especialmente para la conexión del Parque de la Mota con el Parque de La Pradera.
- Seleccionar las mejores técnicas disponibles que podría aplicarse en Benavente.

1.3 Beneficios y características de los parques

Este apartado está redactado fundamentalmente tomando como referencia la publicación (Labayru, s.f.)

Durante las últimas dos décadas, estudios en diversos países han comenzado a demostrar científicamente lo que probablemente todos ya intuíamos: que el contacto con la naturaleza trae una serie de beneficios a las personas y a la comunidad. Pero contar con más estudios al respecto nos ayuda no sólo a confirmar eso, sino también nos permite, hasta cierto grado, definir y cuantificar dichos beneficios, y entender qué condiciones deben tener nuestros parques urbanos para que ello ocurra.

Aspectos tales como tamaño, proximidad, instalaciones, seguridad y atractivo estético, son mencionados por los expertos como factores relevantes a considerar en el diseño de estos espacios públicos.

Del punto de vista medioambiental, los parques urbanos pueden permitir la protección y el aumento de la biodiversidad de la flora y fauna dentro y entorno a las ciudades. Adicionalmente, estos espacios protegidos permiten una serie de servicios ambientales, tales como la mejora en la calidad del aire, la regulación del microclima urbano, y el control de los eventos de escorrentía durante fuertes lluvias, entre otros. Lo anterior, de por sí, trae beneficios personales, sociales y económicos.

Los parques urbanos proveen también la oportunidad para que las personas se reconecten con la naturaleza, lo que es beneficioso para su salud y bienestar. Además, estos espacios proporcionan a los habitantes de las ciudades la oportunidad para realizar actividad física e interacción social. Lo anterior es muy relevante dado el aumento del sedentarismo en las personas, lo que ha derivado en un incremento de algunas enfermedades asociadas, a nivel global. Por ello, aumentar la accesibilidad de las personas a parques urbanos que incentiven la actividad física es una de las estrategias de prevención que recomiendan los investigadores y agencias internacionales. Si bien el acceso a los parques urbanos no es una panacea para la salud pública, las investigaciones sugieren que acceder esporádicamente a ellos puede aumentar positivamente la salud mental, mientras que el uso frecuente de estos espacios públicos deriva en menores niveles de sedentarismo.

En definitiva, los estudios se han enfocado en 5 tipos de beneficios psicológicos, físicos, sociales, ambientales y económicos:

1. Beneficios psicológicos personales, incluyendo aquellos relacionados con el desarrollo y crecimiento de las personas, salud mental, satisfacción y apreciación personal.
2. Beneficios psicofisiológicos, incluidos reducción en cuadros de depresión, reducción de obesidad, reducción en la incidencia de enfermedades, y aumento en la percepción de la calidad de vida.
3. Beneficios socio-culturales tales como satisfacción con la comunidad, lazos familiares y reducción del crimen.
4. Beneficios ambientales tales como aumento en el cuidado del medio ambiente y preservación del patrimonio.
5. Beneficios económicos tales como reducción en los costos de salud, aumento de productividad, y aumento en el valor de las propiedades o terrenos cercano a los parques y áreas verdes.

¿Qué características debiesen tener los parques para lograr dichos beneficios? Generar más parques urbanos y áreas verdes es siempre algo deseado, pero dicho aumento no generará por sí solo un aumento en el uso de dichos espacios, si no se considera la diversidad de actividades que las personas pueden realizar en ellos y su relación con los beneficios antes mencionados. En otras palabras, no existe el 'parque ideal', sino una serie de tipologías de parques que, implementados en conjunto, permiten maximizar los beneficios personales, sociales y ambientales.

Una combinación de los diversos factores antes mencionados nos permite definir tipologías de parques urbanos. Hace algunos años ya, El National Parks and Recreation Association (NRPA) de Estados Unidos realizó una definición basada en el tamaño y ubicación de los parques, que en parte se rescata en la siguiente tabla.

Tipología	Población que cubre (p)	Distancia a población	Tamaño recomendado/usual, en hectáreas (ha)
Mini-parque	Menos de 600 p	Menos de 400m	Entre 0,02 y 0,5 ha (200m ² a 4.000m ²)
Barrio/Vecindario	600 a 800 p	400 a 800m	Entre 0,5 a 5 ha
Comunal/Distrito	600 a 1.000 p	800m a 5km	Entre 5 a 20 ha
Parque Deportivo	-	Variable	Mínimo 10 ha, óptimo entre 16 y 32 ha
Parque Natural	-	Variable	Variable según disponibilidad
Colegio/Escuela	-	Variable	Variable según colegio/escuela
Parque Lineal	-	Variable	Variable según disponibilidad
Gran Parque	Toda la ciudad	5 a 10km	Mínimo 20 ha

Tabla 1. Clasificación de parques. En base a NRPA y otras fuentes

Si bien los parques urbanos proveen de un amplio rango de beneficios, algunos tipos de parque proveen beneficios específicos. Los parques comunales o distritales entregan la mayor amplitud de beneficios, sobre todo en aspectos de carácter social. Parques lineales y parques deportivos son significativos a la hora de generar beneficios físicos, mientras que los parques naturales claramente proveen de mayores beneficios medio ambientales, sobre todo cuando son de gran tamaño. Cabe destacar que los parques lineales pueden cumplir varios y múltiples roles, por lo que son considerados como un elemento clave en la sustentabilidad de las ciudades: pueden ser utilizados como infraestructura para el transporte activo (bicicleta y caminar) desde el domicilio al trabajo y a otros destinos, a la vez que funcionan como corredores de fauna.

Es interesante señalar que la distancia desde el domicilio de las personas a los parques no es una condición suficiente para explicar el uso de los parques urbanos, sino que esto depende más bien del tipo de actividad a realizar. Por ejemplo, estar cerca de un parque es relevante en la generación de beneficios asociados a la actividad física, pero menos relevante para los beneficios psicológicos y sociales.

En general, el tamaño de un parque tiene directa relación con la cantidad de beneficios que genera. De todas formas, incluso los parques pequeños de cualquier tipo pueden ofrecer una diversidad de beneficios. Es decir, el diseño y las instalaciones e infraestructura son muy importantes a la hora de pensar en un parque urbano.

El concepto de infraestructura verde hace referencia tanto a la calidad como a la cantidad de espacios verdes urbanos y periurbanos que hay en un territorio. La biodiversidad que acoge esta infraestructura verde hace que los servicios ambientales o ecosistémicos que ofrece a los ciudadanos sea a todos los niveles (absorben CO₂ de la atmósfera, regulan el ciclo del agua, etc). Sin embargo, el desarrollo urbano, con los cambios de usos del suelo y climáticos que lleva asociados a escala local, puede hacer que esta infraestructura sea más vulnerable y se degrade o pierda los servicios ecosistémicos que nos está aportando. En el siguiente apartado se explica más detallada dichas infraestructuras verdes y sus ventajas.

INFRAESTRUCTURAS VERDES

La infraestructura verde puede definirse como una red estratégicamente planificada de zonas naturales y seminaturales de alta calidad con otros elementos medioambientales, diseñada y gestionada para proporcionar un amplio abanico de servicios ecosistémicos y proteger la biodiversidad tanto de los asentamientos rurales como urbanos.

A continuación, se muestran algunas de las múltiples ventajas de los servicios ecosistémicos urbanos:

Regulan el microclima, por lo que, amortiguan el “efecto isla de calor”, además regulan las temperaturas extremas aportando sombra y los árboles reflejan la radiación solar y evitan que superficies selladas absorban calor.

Otras de las ventajas es la amortiguación de extremos climáticos, ya que la infraestructura ecológica actúan como barreras y nos protegen contra olas de calor, inundaciones y deslizamientos

Dichos sistemas amortiguan la contaminación acústica debido a que la vegetación amortigua el ruido, mediante absorción, desviación, reflejo y refracción de las ondas

La depuración del aire es un factor muy importante últimamente y estas infraestructuras limpian el aire eliminando O_3 , SO_2 , NO_2 , CO y PM_{10}

También procesan los residuos filtrando y descomponiendo los residuos orgánicos mediante disolución, asimilación y recomposición química.

Por último, ofrece beneficios estéticos que mejoran el bienestar y la salud física y mental.

Un ejemplo importante en España de infraestructura verde es El Anillo Verde de Vitoria-Gasteiz, se construyó en 1993 con una superficie actual de 727 hectáreas y 79 kilómetros de itinerarios peatonales y ciclistas (SuD Sostenible, s.f.). Actualmente, está conformado por 6 parques: Armentia, Olarizu, Salburua, Zabalgana, Zadorra y Errekaleor.

En la siguiente imagen podemos ver los diferentes ejemplos que nos encontramos de infraestructuras verdes, cada uno nos ofrecen múltiples ventajas para la adaptación al cambio climático.

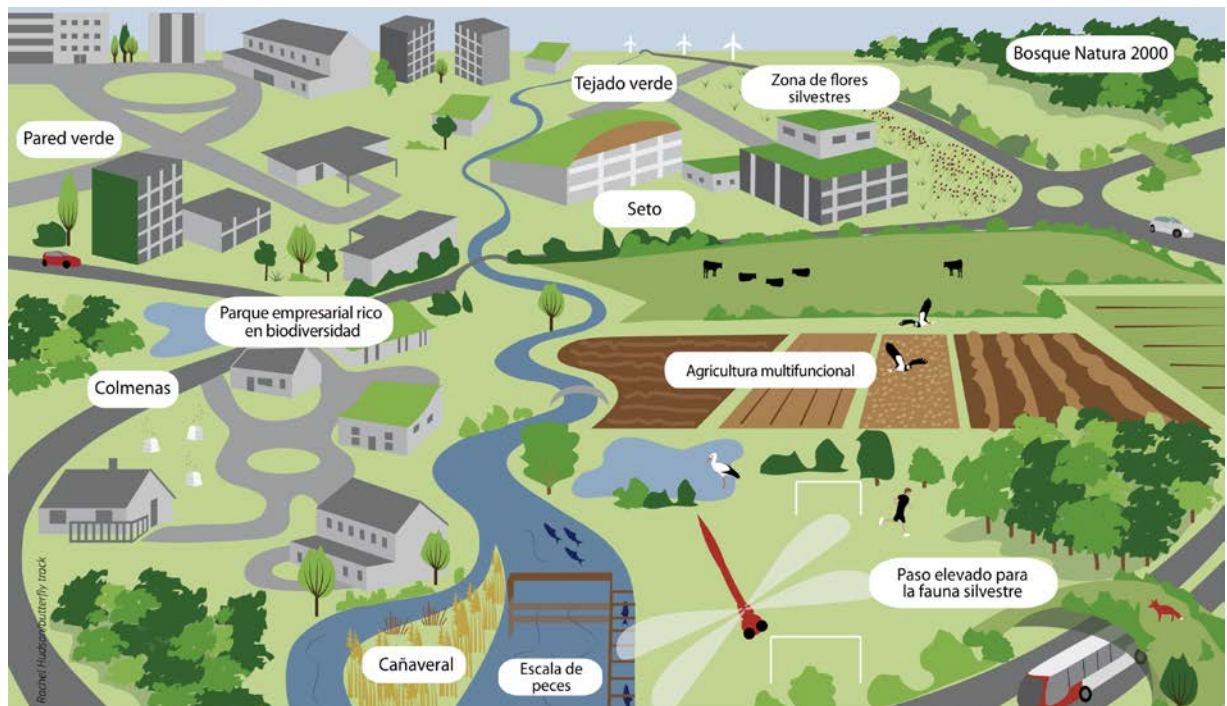


Foto 2. Ejemplos de infraestructuras verdes (ec.europa.eu, s.f.)

2 Renaturalización urbana

2.1 Nature Based Solutions en ciudades

El aumento de la urbanización, el cambio de los escenarios de la enfermedad y las predicciones actuales de los impactos del cambio climático requieren estrategias innovadoras para proporcionar ciudades saludables y sostenibles, ahora y en el futuro. El concepto recientemente acuñado, las soluciones basadas en la naturaleza (NBS), es una de esas estrategias que se refiere a las acciones que están inspiradas, apoyadas o copiadas de la naturaleza, diseñadas para abordar una gama de desafíos ambientales. NBS pretende evaluar las evidencias sobre los beneficios para la salud pública de la exposición a ambientes naturales. Estas estrategias revisan la literatura sobre las asociaciones entre la salud pública y los entornos naturales en relación con las vías - servicios socio-económicos / culturales del ecosistema (por ejemplo, el estrés y la actividad física) y la regulación de los servicios de los ecosistemas. Se debe mejorar el afecto, así como en la reducción de calor de los entornos naturales urbanos. Estas condiciones pueden mediar el efecto observado en la mortalidad relacionada con enfermedades cardiovasculares (ECV) por exposición a ambientes naturales. Algunos de los objetivos de NBS son los siguientes:

Objetivos

- Inspiradas o basadas en la naturaleza. SOLUCIONES VIVAS (ni bio-materiales)
- Soluciones adaptables, multipropósito y eficientes.
- Beneficios económicos, sociales y medioambientales.
- Intervenciones sistemáticas, eficientes en el uso de recursos y adaptadas localmente.
- Mejorar resiliencia al cambio climático.
- Mejorar salud, calidad de vida, bienestar, cohesión social.
- RE-NATURING CITIES.
- Proporcionar una amplia evidencia y desarrollar un marco de referencia europeo acerca de los beneficios económicos, sociales, culturales y ecológicos de las NBS.
- Desarrollar nuevos modelos de negocio, gobernanza y financieros.
- Nuevos protocolos, estándares y metodologías para replicación y reescalado.
- Movilización de nuevas inversiones.
- Eliminar todo tipo de barreras y dar soporte a la política de regulación y decisión a nivel EU, nacional, regional y local.
- Promocionar la cooperación internacional y contribuir a la creación de un mercado global de NBS.

También se destacan las áreas en las que se debe actuar primero:

Áreas prioritarias

- Biodiversidad y ecosistemas.
- Gestión de recursos naturales
- Desarrollo urbano sostenible
- Adaptación y mitigación del cambio climático.
- Reducción del riesgo de desastres.

2.2 Bioingeniería para estabilidad de taludes

Este apartado está redactado fundamentalmente tomando como referencia la publicación (academia.edu, s.f.)

La bioingeniería es una disciplina constructiva que persigue objetivos técnicos, ecológicos, estéticos y económicos, aprovechando los múltiples rendimientos de las plantas y utilizando técnicas de bajo impacto ambiental.

Los métodos de bioingeniería son menos frecuentes de encontrar en el ejercicio de la geotecnia debido a su poca investigación para diseño y revisión, esto no los hace menos importantes ya que se pueden dar soluciones económicas en comparación con los métodos habituales y que creen un menor impacto ambiental, a continuación se mencionan los métodos.

Siembra de vegetación arbórea

Donde podemos distinguir tres grupos:

- Siembra de vegetación arbórea con bermas

Este método tiene como finalidad, la de abatir la pendiente del talud con las bermas y vegetación arbórea colocada a una profundidad específica, anclándose al talud como se ve en la Foto 1.

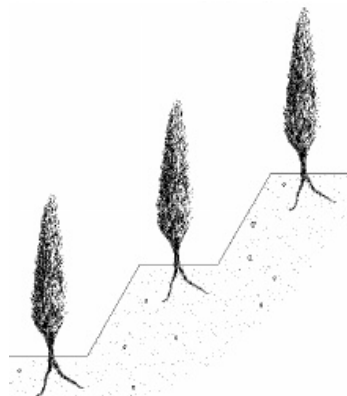


Foto 3. Siembra de vegetación arbórea con bermas

- Siembra de vegetación arbórea a lo largo del talud

Este método no abate la pendiente del terreno natural, posee vegetación arbórea colocada a una profundidad específica a lo largo de la pendiente del talud para anclarse al mismo (Foto 2).

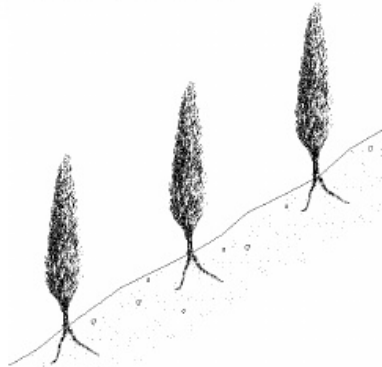


Foto 4. Siembra de vegetación arbórea a lo largo del talud

- Siembra de vegetación arbórea en el pie del talud

En este método la vegetación debe de ser frondosa y pesada con una estructura de raíces alargada para ejercer la función de un contrafuerte al pie del talud (Foto 3).



Foto 5. Siembra de vegetación arbórea en el pie del talud

Anclaje mediante estacas de madera

Se pueden diferenciar tres tipologías:

- Estacas vegetales

La vegetación presente en este método tiene la función de ancla mediante estacas de madera que a su vez dan guía a que las raíces crezcan con una estructura alargada muy desarrollada como se ve en la Foto 4.

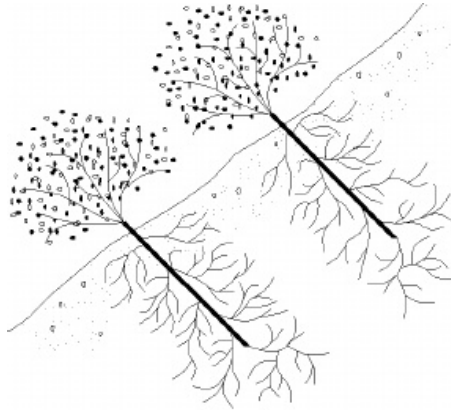


Foto 6. Estacas vegetales

- Haz de ramas vegetadas

Las anclas de madera son de menor longitud, dando oportunidad a las raíces de crecer con una estructura equilibrada y desarrollada, los haces de ramas se colocan en filas a lo largo del talud en diferentes niveles para conducir el agua de lluvia hacia la vegetación donde será absorbida evitando la infiltración hacia el talud como se ve en la Foto 5.

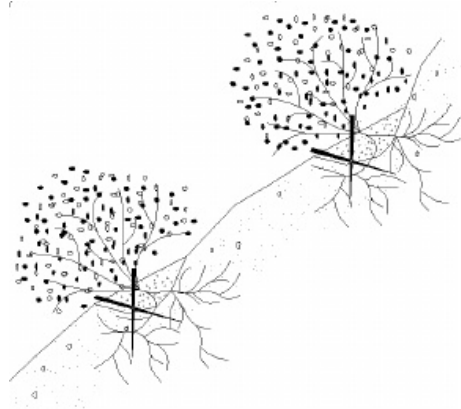


Foto 7. Haz de ramas vegetadas

- Estratificación con ramas

La vegetación de esta metodología opera como una malla gracias al amplio desarrollo de las raíces de los distintos niveles de la estratificación del talud en cuestión.

La variación de este método incluye una geo malla para el recubrimiento superficial de los estratos y asimismo prever que la erosión no causara daños a la superficie de los estratos (Foto 6).

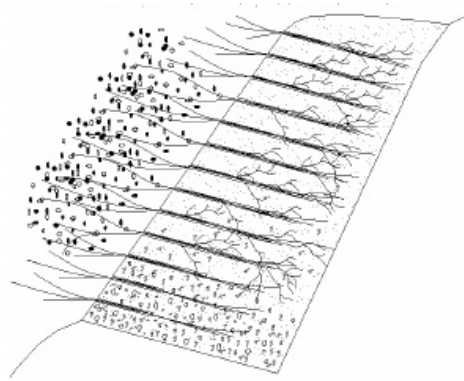


Foto 8. Estratificación con ramas

Barranca viva

Este método ofrece doble anclaje; el de las estacas verticales que llegan directo al fondo de la barranca, como el anclaje de la vegetación hacia el talud (Foto 7).

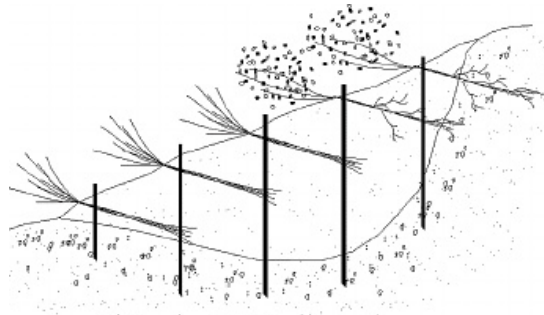


Foto 9. Barranca viva

Muro criba vegetado

Cada nivel de la criba de madera se rellena con la vegetación y suelo estabilizado, para darle anclaje al muro criba hacia el talud que por naturaleza trabaja como contrafuerte por su tamaño y peso. Se instalan rocas en los primeros niveles del muro criba aportando firmeza (Foto 8).

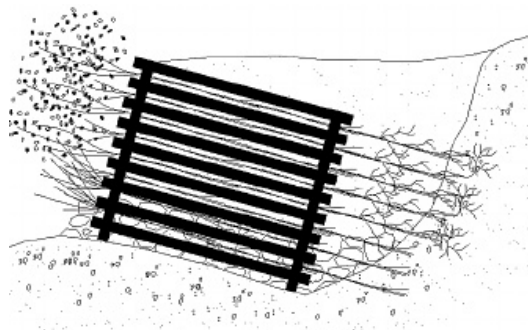


Foto 10. Muro criba vegetado

Muros Krainer

Los muros Krainer combinan elementos constructivos inertes con elementos vegetales vivos, consiguiendo la protección y estabilización de taludes a corto, medio y largo plazo. El muro, construido a base de postes de madera ensamblados alternativamente entre sí, se levanta paralelo al talud y el trasdós se rellena con tierra vegetal y gravas. En los huecos entre los troncos se introducen estaquillas, ramas vivas o plantas adaptadas a las condiciones locales.

Estas estructuras se utilizan en la consolidación de taludes de obras civiles como en carreteras y pistas, recuperación de minas, escombreras, vertederos, etc., prestando especial atención a las características del entorno y a la vegetación a emplear. El objetivo último de las técnicas de bioingeniería es el aumento de la complejidad y diversidad de un ecosistema degradado, hasta alcanzar un equilibrio dinámico que garantice la estabilidad y una mejora paisajística del medio.

No obstante, su uso más generalizado se ha centrado en la restauración de ríos, persiguiendo la mejora ecológica de los cursos fluviales (tanto del hábitat como de la fauna y flora asociadas). La consolidación del talud tiene como misión fundamental preservar el cauce y las orillas, protegiéndolos contra la erosión, generalmente provocada por desequilibrios en el funcionamiento del río (ausencia de vegetación riparia, presencia de obras hidráulicas, etc.).

Soluciones como ésta frente a las puramente constructivas (escollera, hormigón, etc.) conllevan efectos beneficiosos asociados como proporcionar refugio y alimento para la fauna, servir como corredor ecológico, amortiguación de crecidas, mejora de la calidad del agua y del paisaje, fijación de CO_2 , etc. La implantación de vegetación en un talud proporciona una mayor estabilidad al terreno, mejora la estructura del suelo, reduciendo la erosión hídrica y favoreciendo la integración paisajística. Por todo ello debe promoverse su uso.

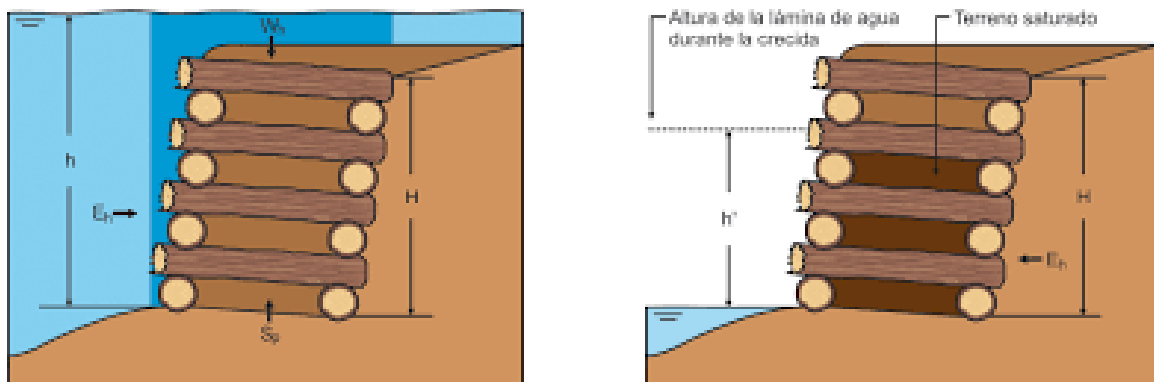


Foto 11.- Muro Krainer

2.3 Sistemas Urbanos de Drenaje Sostenible

Este apartado está redactado fundamentalmente tomando como referencia la publicación (HIDROLOGIA SOSTENIBLE, s.f.)

Los métodos de bioingeniería mencionados en apartado anterior ayudan a la estabilización y el drenaje de la zona de estudio. En este apartado se procede a explicar las ventajas y la importancia de dicho drenaje mediante los Sistemas Urbanos de Drenaje Sostenible (SUDS).

Cuando se urbaniza un entorno natural, se impermeabiliza una parte importante de las superficies mediante; edificaciones, caminos, aparcamientos, etc. Esto provoca que el agua que antes se infiltraba, ahora discurra por la superficie y sea necesario recogerla, transportarla y verterla al entorno natural en puntos concretos.

Como consecuencia de esta impermeabilización del terreno se altera el ciclo natural del agua, produciéndose mayores volúmenes de escorrentía y mayores caudales punta. Además impide que la lluvia se infiltre en el terreno y recargue los acuíferos.

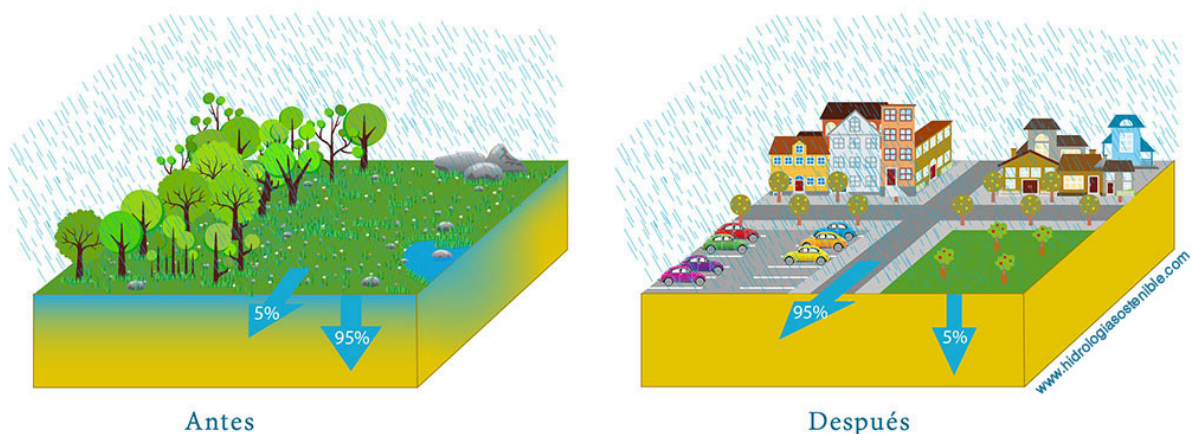


Foto 12. Comparativa de infiltración de agua

Mediante la implantación de Sistemas Urbanos de Drenaje Sostenible (SUDS) se pretende que la respuesta hidrológica de una zona urbanizada sea lo más parecida posible a la que tenía en su estado original.

A estos inconvenientes hay que añadir la contaminación de esa agua. El agua de lluvia arrastra contaminantes suspendidos en el aire (conocidos son los fenómenos como la lluvia ácida) y al encontrarse un suelo impermeable discurre por las superficies, que a menudo están contaminadas por aceites y combustibles de vehículos, restos de actividades industriales y todo tipo de sustancias.

En sistemas de drenaje con redes unitarias, los altos caudales hacen que la estación depuradora de aguas residuales, en ciertos eventos de lluvias, no sea capaz de tratar toda el agua que le llega y tenga que realizar un vertido sin depurar directamente al entorno.

Cambio de enfoque

Siempre se ha intentado recoger toda el agua de lluvia y a través de superficies impermeables como cunetas y tuberías, y desalojarla lo más rápido posible.

Ahora se empiezan a tener no solo en cuenta la necesidad de evacuar el agua de lluvia, sino también la necesidad de hacerlo de una manera racional, con unos caudales punta menores y una calidad adecuada.

Definiríamos entonces los SUDS como elementos de la red de drenaje que nos permitirán recoger, transportar, descontaminar, retener, infiltrar y evacuar el agua de lluvia de una manera sostenible.

Ejemplos de estos sistemas son:

- Techos verdes
- Bioretención
- Pozos de infiltración
- Pavimentos permeables
- Zanjas de filtración
- Filtros de arena
- Zanjas de infiltración
- Depósitos de infiltración
- Cunetas verdes
- Depósitos de retención



Foto 13. Sistemas Urbanos de Drenaje Sostenible

Jardines verticales

Los jardines verticales son nuevos elementos urbanos que permiten incrementar superficies vegetadas dentro de la trama urbana que contribuyen filtrar y descontaminar la atmósfera, reducir el efecto isla de calor, embellecer el entorno, generar nuevos ecosistemas y lugares de refugio para aves y microfauna urbana.

La importancia de los jardines verticales en este estudio es importante debido a que la zona mas importante de la zona de estudio se encuentra con una pendiente importante. En la que debemos prestar especial atención al perfecto drenaje para evitar desastres debido a un mal drenaje de la zona, como los producidos anteriormente.

PANEL VEGETADO

El módulo JARDIN MURAL® es un sistema de paneles vegetados ventilados, para estructuras de jardines murales verticales, con utilización de sustratos naturales. Gracias a su especial disposición, funcionan como auténticos biofiltros al permitir un mayor contacto del aire con la rizosfera de las plantas.

La pieza consiste en dos estructuras tridimensionales de celdillas Atlantis. Una de las estructuras está rellena de tierra o sustrato para el cultivo y la otra permanece vacía generando un espacio hueco para la circulación del aire. Entre las dos capas existe una tela hidrófila especial para la distribución trasera del riego. La capa exterior es tierra estabilizada (sistema de tierras colgadas) que permite el desarrollo de las raíces por el exterior favoreciendo la biofiltración.

Están disponibles por módulos o por instalación y pueden adquirirse en diferentes acabados:

- Módulos de celdas sin sustrato
- Módulos con sustrato sin plantas
- Módulos con sustrato y plantas



Foto 14. Tipología módulos.

El módulo JARDIN MURAL®, pertenece al grupo de los jardines verticales no hidropónicos, es decir, con sustrato orgánico. Las principales diferencias con los sistemas hidropónicos son las siguientes:

1. Un menor consumo de agua
2. Una menor dependencia de fertilizantes
3. Un menor mantenimiento
4. Una menor o nula dependencia de sistemas informatizados y controles electrónicos
5. El uso principal de este sistema es la creación de jardines murales, tanto interiores como exteriores. Especialmente indicado para la construcción sostenible ya que está construido con materiales reciclables. Por este motivo, cumple con la normativa para su uso en la bioconstrucción.

Ventajas adicionales:

- Admisión de cualquier tipo de planta.
- Al ser modular, se favorecen los montajes.
- Incorpora un sistema de riego muy eficaz de manera que las pérdidas de agua son mínimas. El consumo de agua es mucho menor que el de un césped.
- Posibilidad de cambiar el módulo de forma independiente sin afectar al resto de la instalación.
- Acabados muy naturales que ocultan el carácter modular. Posibilidad de crear jardines con planta de temporada.
- Disminución de la temperatura de los edificios y amortiguación del ruido.

SISTEMA GRO-WALL

Gro-wall incluye nuevas características que benefician a usuarios y diseñadores. Las nuevas características incluyen un sistema de riego revolucionario, un mejor anclaje a muro y una mejor adecuación de las plantas al lugar de plantado.

Gro-wall permite a los diseñadores y usuarios instalar jardines verticales tanto en condiciones de exterior como interior con un completo acceso y control. Las nuevas mejoras proporcionan un control individual de riego sobre cada planta, aumentando la eficiencia, permitiendo cambios de diseño y un fácil acceso a los componentes de riego.

3 Benavente

3.1 Problemática

Zamora y Benavente están entre las ciudades con menos zonas verdes de Castilla y León. La capital alcanza los 16,13 metros cuadrados por habitante y la ciudad de los Condes Duques, los 17,66. En las ciudades de Castilla y León se dispone, como media, de 22,54 metros cuadrados de zona verde realmente existente por habitante, según el estudio realizado por la Consejería de Fomento y Medio Ambiente que ha analizado los 15 municipios que superan los 20.000 habitantes y ocho que superan los diez mil.

Lidera la tabla Santa Marta de Tormes, con 77,15 metros cuadrados de zona verde realmente existente por habitante, seguida por Ciudad Rodrigo, Villaquilambre, La Bañeza y Laguna de Duero. Las capitales de provincia aparecen por debajo del listón de los 30 metros cuadrados de zona verde realmente existente por habitante, lideradas por Soria, con 29,49, Ávila, León, Segovia, San Andrés del Rabanedo, Ponferrada y Astorga. Ligeramente bajo la media están Valladolid, con 21,96, y Medina del Campo. Ya por debajo de los 20 metros cuadrados de zona verde realmente existente por habitante aparecen Arroyo de la Encomienda, Palencia, Benavente (17,66), Miranda de Ebro, Salamanca, y Zamora, (16,13). Cierran la lista, por debajo de los 15 metros cuadrados Béjar, con 14,9, y Burgos, con 14,72 metros cuadrados por habitante.

Con los datos analizados se puede observar que en las ciudades de Castilla y León las zonas verdes ejecutadas suponen casi un 15 % del total del suelo urbanizado. Si se procede a una comparación entre las propias ciudades, las mayores cifras en porcentaje de zona verde ejecutada sobre el total del núcleo urbano se obtienen también en las ciudades pequeñas.

Gana de nuevo Santa Marta de Tormes, con un 33,31 % de su núcleo urbano ocupado por zonas verdes ejecutadas, seguida por Ciudad Rodrigo, Laguna de Duero, León, Valladolid y Soria. Por debajo del 20%, se encuentra Palencia, Salamanca, San Andrés del Rabanedo y Ávila. Por debajo de la media autonómica están Villaquilambre, La Bañeza, Aranda de Duero, Astorga, Ponferrada, Segovia, y Zamora, con 10,29%. Cierran la lista de toda la comunidad, Benavente (6,75%), y Béjar. (La Opinión de Zamora, 2018)

3.2 Análisis de los parques existentes

En el siguiente apartado se va a proceder a la identificación de las diferentes zonas verdes de la ciudad en la que se realiza una ficha con los diferentes elemento que componen dichos parques y se propone una serie de mejoras. Debido a la situación de las zonas verdes se intentara identificar algunas zonas para la realización de corredores verdes que ayuden a los Sistemas de Drenaje Sostenible comentados en el apartado anterior.

A continuación, se muestra un mapa de situación de las diferentes zonas verdes identificadas, también se muestra otro mapa más detallado en el que podemos localizar cada zona verde con su numeración en las fichas realizadas.

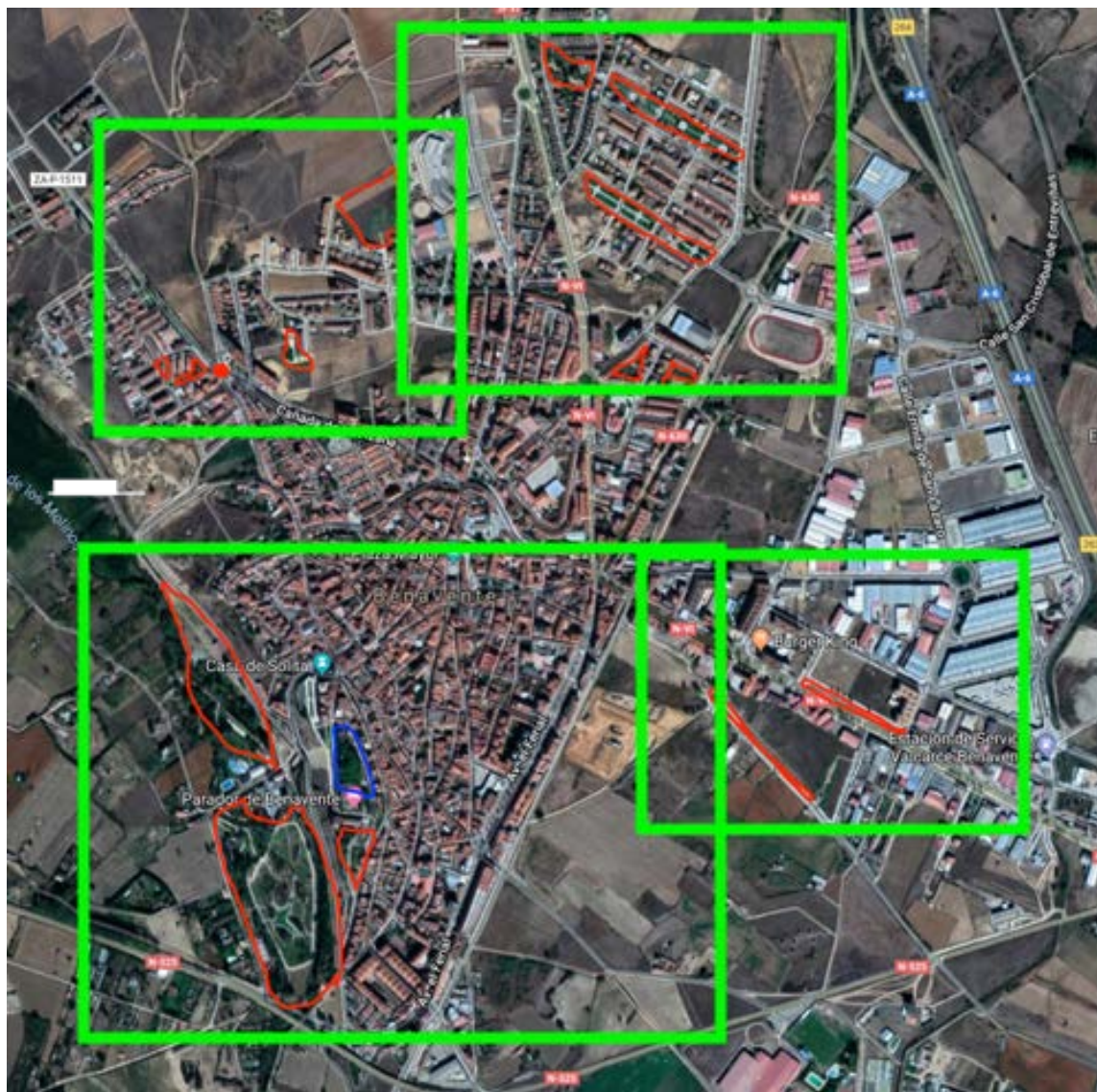


Foto 15. Foto de situación de los parques existentes



Foto 16. Foto ampliada de los parques existentes en la zona de la Mota



Foto 17. Foto de parques existentes en el barrio San Isidro



Foto 18. Foto de localización de parques en Las Catalanas



Foto 19. Foto de parques existentes zona de Institutos

En las siguientes fichas se describen los parques identificados en las fotos anteriores, así como la propuesta de diferentes mejoras para un mejor desarrollo sostenible de la ciudad.

Fichas

FICHA DE CONTROL DE PARQUES		
DENOMINACIÓN:	PARQUE Y CIRCUITO DE FOOTING	P1
LOCALIZACIÓN PLANO N°:	1	Hoja n°:1

DENOMINACIÓN: **Parque y Circuito de Footing**

ESTADO ACTUAL: **Renovado**

SUPERFICIE: **17250 m²**

PRINCIPALES USOS	
Zona verde	70%
Zona juego infantil / ancianos	20%
Zona deportiva	10%

DIAGNÓSTICO:

Vegetación	Cuenta con abundante vegetación en proceso de crecimiento y con la flora típica de la zona.
Juegos Infantiles	Dispone de parque con diferentes columpios para el entretenimiento de niños.
Instalaciones	Acondicionado con un perfecto alumbrado y diferentes fuentes para el consumo de los visitantes y sus mascotas.
Otros	También podemos encontrar diferentes caminos perfectamente acondicionados para el desarrollo de actividad física y en época vacacional cuenta con un bar.

COMENTARIOS Y PROPUESTAS:

Parque nuevo y renovado por lo que no precisa de ningún tipo de mejora, ya que solo necesita de tiempo para que la flora crezca y de color al parque para el disfrute de sus visitantes.

FOTO SITUACIÓN:



FICHA DE CONTROL DE PARQUES		
DENOMINACIÓN:	ROTONDA CARRETERA MANGANESES	ZV1
LOCALIZACIÓN PLANO N°:	2	Hoja n°:2

DENOMINACIÓN: **Rotonda Carretera Manganeses**

ESTADO ACTUAL: **Mejorable**

SUPERFICIE: **78 m²**

PRINCIPALES USOS	
Zona verde	100%
Zona juego infantil / ancianos	0%
Zona deportiva	0%

DIAGNÓSTICO:

Vegetación	Acondicionada con vegetación propia de una rotonda y con sus respectivas señales para la perfecta conducción de los automóviles.
Juegos Infantiles	
Instalaciones	Cuenta con las instalaciones necesarias para el regadío de su vegetación.
Otros	

COMENTARIOS Y PROPUESTAS:

Escasa vegetación por lo que se propone la plantación de arbustos que no impidan la visibilidad de los conductores y le de belleza a la rotonda ya que se encuentra en una de las entradas de la ciudad.

FOTO SITUACIÓN:



FICHA DE CONTROL DE PARQUES		
DENOMINACIÓN:	ZONA VERDE PLAN PARCIAL CAMINO DE SANTIAGO	ZV2
LOCALIZACIÓN PLANO N°:	3	Hoja n°:3

DENOMINACIÓN: **Zona verde Plan Parcial Camino de Santiago**

ESTADO ACTUAL: **Mal Estado**

SUPERFICIE: **3730 m²**

PRINCIPALES USOS	
Zona verde	100%
Zona juego infantil / ancianos	0%
Zona deportiva	0%

DIAGNÓSTICO:

Vegetación	Cuenta con vegetación propia de zonas en desuso y nada transitado por la población.
Juegos Infantiles	
Instalaciones	
Otros	

COMENTARIOS Y PROPUESTAS:

Parque que se encuentra en total desuso por lo que se propone la plantación de nuevos arboles e instalación de bancos y zona de juegos infantiles para que pueda ser frecuentado por los vecinos de la urbanización en la que se encuentra dicho parque.

FOTO SITUACIÓN:



FICHA DE CONTROL DE PARQUES		
DENOMINACIÓN:	ZONA VERDE PLAN PARCIAL EL PINAR	ZV3
LOCALIZACIÓN PLANO Nº:	4	Hoja nº:4

DENOMINACIÓN: **Zona Verde Plan Parcial El Pinar**

ESTADO ACTUAL: **Renovado**

SUPERFICIE: **4661 m²**

PRINCIPALES USOS	
Zona verde	50%
Zona juego infantil / ancianos	45%
Zona deportiva	5%

DIAGNÓSTICO:

Vegetación	Acondicionado por vegetación bien cuidada y arboles altos para facilitar zonas de sombra para las personas.
Juegos Infantiles	Cuenta con zona de juegos infantiles y con buenas zonas verdes en las que los niños pueden disfrutar.
Instalaciones	Equipado con las instalaciones suficientes para el mantenimiento de la zona verde y fuentes para el consumo de quien lo disfruta.
Otros	Buenas zona para el paseo de los viandantes y la posibilidad de hacer footing por sus acondicionadas aceras.

COMENTARIOS Y PROPUESTAS:

Parque en buen estado que no precisa de ningún tipo de mejora, únicamente el cuidado del césped ya que en algunas zonas reducidas se encuentra en mal estado.

FOTO SITUACIÓN:



FICHA DE CONTROL DE PARQUES		
DENOMINACIÓN:	ZONA VERDE PLAN PARCIAL LAS CATALANAS	ZV4
LOCALIZACIÓN PLANO N°:	5	Hoja n°:5

DENOMINACIÓN: **Zona Verde Plan Parcial Las Catalanias**

ESTADO ACTUAL: **Buen Estado**

SUPERFICIE: **5661 m²**

PRINCIPALES USOS	
Zona verde	30%
Zona juego infantil / ancianos	60%
Zona deportiva	10%

DIAGNÓSTICO:

Vegetación	Vegetación bien cuidada y grandes arboles típicos de la zona.
Juegos Infantiles	Cuenta con zona habilitada para disfrute de los niños con diferentes juegos infantiles.
Instalaciones	Acondicionada con instalaciones para el mantenimiento del mismo
Otros	También cuenta con zona deportiva para los mas mayores, con aparatos para mejorar la movilidad de ancianos o personas que los utilicen.

COMENTARIOS Y PROPUESTAS:

Parque en buen estado y bastante frecuentado por los vecinos de la urbanización ya que es amplio y cuenta con buenas zonas en las que poder descansar, solo se propone una propuesta ya que existe una zona de arenero en desuso y seria una buena zona para poner mas aparatos para la movilidad de ancianos ya que dicho parque esta bastante frecuentado por ancianos de la zona.

FOTO SITUACIÓN:



FICHA DE CONTROL DE PARQUES		
DENOMINACIÓN:	ZONA VERDE PLAN PARCIAL VELLA VISTA	ZV5
LOCALIZACIÓN PLANO N°:	5	Hoja n°:5

DENOMINACIÓN: **Zona Verde Plan Parcial Vella Vista**

ESTADO ACTUAL: **Renovado**

SUPERFICIE: **9928 m²**

PRINCIPALES USOS	
Zona verde	85%
Zona juego infantil / ancianos	0%
Zona deportiva	15%

DIAGNÓSTICO:

Vegetación	Acondicionado por vegetación bien cuidada y arboles altos para facilitar zonas de sombra para las personas.
Juegos Infantiles	No cuenta con zona de juegos infantiles pero si con buenas zonas verdes en las que los niños pueden disfrutar.
Instalaciones	Equipado con las instalaciones suficientes para el mantenimiento de la zona verde.
Otros	Buenas zona para el paseo de los viandantes y la posibilidad de hacer footing por sus acondicionadas aceras.

COMENTARIOS Y PROPUESTAS:

Se propone la plantación de mas arboles grandes que proporcionen sombra y la instalación de mas bancos para que los vecinos puedan descansar y disfrutar de las vistas que dicho parque ofrece debido a su localización en una ladera.

FOTO SITUACIÓN:



FICHA DE CONTROL DE PARQUES		
DENOMINACIÓN:	ZONA VERDE PLAN PARCIAL EL TEJAR I	ZV6
LOCALIZACIÓN PLANO N°:	7	Hoja n°:7

DENOMINACIÓN: **Zona Verde Plan Parcial El Tejar I**

ESTADO ACTUAL: **Renovado**

SUPERFICIE: **9127 m²**

PRINCIPALES USOS	
Zona verde	85%
Zona juego infantil / ancianos	0%
Zona deportiva	15%

DIAGNÓSTICO:

Vegetación	Acondicionado por vegetación bien cuidada y arboles altos para facilitar zonas de sombra para las personas.
Juegos Infantiles	No cuenta con zona de juegos infantiles pero si con buenas zonas verdes en las que los niños pueden disfrutar.
Instalaciones	Equipado con las instalaciones suficientes para el mantenimiento de la zona verde.
Otros	Buenas zona para el paseo de los viandantes y la posibilidad de hacer footing por sus acondicionadas aceras.

COMENTARIOS Y PROPUESTAS:

Parque en buen estado, únicamente se propone la instalación de mas bancos para descanso de los viandantes y el cuidado de algunas zonas de césped en las que como se puede apreciar en la foto no existe.

FOTO SITUACIÓN:



FICHA DE CONTROL DE PARQUES

DENOMINACIÓN:	JARDINES ACCESO AL PARADOR	ZV7
LOCALIZACIÓN PLANO N°:	8	Hoja n°:8

DENOMINACIÓN: **Jardines Acceso Al Parador**ESTADO ACTUAL: **Mal Estado**SUPERFICIE: **10395 m²**

PRINCIPALES USOS	
Zona verde	100%
Zona juego infantil / ancianos	0%
Zona deportiva	0%

DIAGNÓSTICO:

Vegetación	Escaso de vegetación debido al poco mantenimiento del mismo.
Juegos Infantiles	No consta con zona de juegos infantiles.
Instalaciones	Escaso acondicionamiento de instalaciones para el mantenimiento del mismo.
Otros	

COMENTARIOS Y PROPUESTAS:

Se propone el cuidado de la vegetación existente y la plantación de mas plantas que den color a un parque con buenas vistas. Tambien se propone la colocación de bancos y un mirador para poder disfrutar de las vistas que ofrece debido a su altitud sobre el valle de Benavente.

FOTO SITUACIÓN:



FICHA DE CONTROL DE PARQUES		
DENOMINACIÓN:	JARDINES CALLE PORTUGAL	ZV8
LOCALIZACIÓN PLANO Nº:	9	Hoja nº:9

DENOMINACIÓN: **Jardines Calle Portugal**

ESTADO ACTUAL: **Mejorable**

SUPERFICIE: **1656 m²**

PRINCIPALES USOS	
Zona verde	80%
Zona juego infantil / ancianos	0%
Zona deportiva	20%

DIAGNÓSTICO:

Vegetación	Vegetación abundante y típica de la zona con buen estado de la misma.
Juegos Infantiles	No consta con zona de juegos infantiles.
Instalaciones	Perfectas instalaciones de mantenimiento del parque
Otros	Buena zona para pasear o hacer deporte debido al entorno y las vistas del mismo.

COMENTARIOS Y PROPUESTAS:

Se propone la mejora del césped existente y la plantación de diferentes plantas de la zona para decorar un parque que no precisa de mucha vegetación.

FOTO SITUACIÓN:



FICHA DE CONTROL DE PARQUES		
DENOMINACIÓN:	PARQUE LA PRADERA	P2
LOCALIZACIÓN PLANO N°:	10	Hoja n°:10

DENOMINACIÓN: **Parque La Pradera**

ESTADO ACTUAL: **Renovado**

SUPERFICIE: **6600 m²**

PRINCIPALES USOS	
Zona verde	30%
Zona juego infantil / ancianos	40%
Zona deportiva	30%

DIAGNÓSTICO:

Vegetación	Buena y abundante vegetación que hace del entorno acogedor para el disfrute de los viandantes.
Juegos Infantiles	Zona de juegos infantiles e instalaciones deportivas para realización de diversos deportes.
Instalaciones	Buenas instalaciones de luz y agua para el perfecto mantenimiento y abastecimiento de los visitantes.
Otros	Se puede destacar también la presencia de barbacoas y mesas para disfrute de las personas. Acondicionada también con paseos en buen estado.

COMENTARIOS Y PROPUESTAS:

Unicamente mejorar el estado del césped debido al mal estado del mismo como se puede apreciar en la foto.

FOTO SITUACIÓN:



FICHA DE CONTROL DE PARQUES		
DENOMINACIÓN:	FUENTE MINERAL	ZV9
LOCALIZACIÓN PLANO N°:	11	Hoja n°:11

DENOMINACIÓN: **Fuente Mineral**

ESTADO ACTUAL: **Mejorable**

SUPERFICIE: **1200 m²**

PRINCIPALES USOS	
Zona verde	70%
Zona juego infantil / ancianos	20%
Zona deportiva	10%

DIAGNÓSTICO:

Vegetación	Abundante vegetación y en buen estado debido a ser un punto interesante dentro de la localización.
Juegos Infantiles	No hay zona de juegos infantiles pero consta con abundante espacio para realización de diversas actividades recreativas en un entorno perfecto.
Instalaciones	Buena instalación de mantenimiento y alumbrado del parque.
Otros	Destacar la presencia de fauna debido a su localización cercana de un río para el disfrute de los visitantes. También consta de un chiringuito actualmente cerrado.

COMENTARIOS Y PROPUESTAS:

Únicamente mejorar el estado del césped debido al mal estado del mismo como se puede apreciar en la foto.

FOTO SITUACIÓN:



FICHA DE CONTROL DE PARQUES		
DENOMINACIÓN:	JARDINES PRADERA RENFE	ZV10
LOCALIZACIÓN PLANO Nº:	12	Hoja nº:12

DENOMINACIÓN: **Jardines Pradera Renfe**

ESTADO ACTUAL: **Renovado**

SUPERFICIE: **12270m²**

PRINCIPALES USOS	
Zona verde	30%
Zona juego infantil / ancianos	40%
Zona deportiva	30%

DIAGNÓSTICO:

Vegetación	Buena y abundante vegetación que hace del entorno acogedor para el disfrute de los viandantes.
Juegos Infantiles	Zona de juegos infantiles e instalaciones deportivas para realización de diversos deportes.
Instalaciones	Buenas instalaciones de luz y agua para el perfecto mantenimiento y abastecimiento de los visitantes.
Otros	Se puede destacar también la presencia de barbacoas y mesas para disfrute de las personas. Acondicionada también con paseos en buen estado.

COMENTARIOS Y PROPUESTAS:

Unicamente mejorar el estado del césped debido al mal estado del mismo como se puede apreciar en la foto.

FOTO SITUACIÓN:



FICHA DE CONTROL DE PARQUES		
DENOMINACIÓN:	JARDINES VIVIENDAS SAN ISIDRO	ZV11
LOCALIZACIÓN PLANO Nº:	13	Hoja nº:13

DENOMINACIÓN: **Jardines Viviendas San Isidro**

ESTADO ACTUAL: **Renovado**

SUPERFICIE: **5305 m²**

PRINCIPALES USOS	
Zona verde	90%
Zona juego infantil / ancianos	10%
Zona deportiva	0%

DIAGNÓSTICO:

Vegetación	Vegetación típica de la zona, sin mucha abundancia pero en buen estado.
Juegos Infantiles	Una pequeña zona de juegos infantiles para disfrute de los niños de la urbanización.
Instalaciones	Acondicionada con instalaciones renovadas de abastecimiento y saneamiento del mismo.
Otros	Consta de múltiples bancos para el descanso de los vecinos.

COMENTARIOS Y PROPUESTAS:

Se propone el cuidado del césped debido al mal estado del mismo, por lo demás consta de todo lo necesario para el descanso de los vecinos.

FOTO SITUACIÓN:



FICHA DE CONTROL DE PARQUES		
DENOMINACIÓN:	AVENIDA FEDERICO SILVA	ZV12
LOCALIZACIÓN PLANO N°:	14	Hoja n°:14

DENOMINACIÓN: **Avenida Federico Silva**

ESTADO ACTUAL: **Buen Estado**

SUPERFICIE: **1390 m²**

PRINCIPALES USOS	
Zona verde	90%
Zona juego infantil / ancianos	10%
Zona deportiva	0%

DIAGNÓSTICO:

Vegetación	Consta con árboles altos y en buen estado para aportar sombra a los viandantes.
Juegos Infantiles	Sin zonas para juegos infantiles.
Instalaciones	Perfectas instalaciones de mantenimiento del mismo.
Otros	Destacar la presencia de múltiples bancos para descanso de los viandantes ya que es para lo más utilizado

COMENTARIOS Y PROPUESTAS:

La única propuesta es la de la instalación de bancos para el descanso de los viandantes ya que es una zona de paseo.

FOTO SITUACIÓN:



FICHA DE CONTROL DE PARQUES		
DENOMINACIÓN:	EL BORREGUIL	ZV13
LOCALIZACIÓN PLANO N°:	15	Hoja n°:15

DENOMINACIÓN: **El Borreguil**

ESTADO ACTUAL: **Mejorable**

SUPERFICIE: **4741 m²**

PRINCIPALES USOS	
Zona verde	90%
Zona juego infantil / ancianos	10%
Zona deportiva	0%

DIAGNÓSTICO:

Vegetación	Escasa vegetación pero en buen estado debido a su correcto mantenimiento.
Juegos Infantiles	Pequeña zona de juegos infantiles pero en mal estado debido al poco uso y mantenimiento del mismo.
Instalaciones	Buenas instalaciones de mantenimiento de las zonas verdes
Otros	

COMENTARIOS Y PROPUESTAS:

Se propone mejorar el estado de los diferentes elementos del parque ya que no están en su mejor estado al igual que las instalaciones.

FOTO SITUACIÓN:



FICHA DE CONTROL DE PARQUES		
DENOMINACIÓN:	LOS LIRIOS	ZV14
LOCALIZACIÓN PLANO Nº:	16	Hoja nº:16

DENOMINACIÓN: **Los Lirios**

ESTADO ACTUAL: **Buen estado**

SUPERFICIE: **7500 m²**

PRINCIPALES USOS	
Zona verde	100%
Zona juego infantil / ancianos	0%
Zona deportiva	0%

DIAGNÓSTICO:

Vegetación	Escasa vegetación pero en buen estado debido a su correcto mantenimiento.
Juegos Infantiles	
Instalaciones	Buenas instalaciones de mantenimiento de las zonas verdes
Otros	

COMENTARIOS Y PROPUESTAS:

Unicamente cabe destacar el cuidado del césped por lo demás un parque que consta con todo lo necesario para el recreo de los vecinos

FOTO SITUACIÓN:



4 El Parque de la Mota

4.1 Descripción

El Paseo de la Mota es el jardín más importante con el que cuenta Benavente, siendo considerado el pulmón de la ciudad. Su nombre procede de la Mota terrera sobre la que se asentaba su castillo-palacio. Sus jardines y paseos ofrecen unas magníficas vistas de las vegas benaventanas de los ríos Órbigo y Esla.

Este parque, como lo conocemos hoy, es el resultado de sucesivas fases de ampliación y adaptación a lo largo de los años. Comprende así diferentes espacios ajardinados que reciben los nombres de Mota Vieja (Paseos de Soledad González), Mota Alta, Jardines de la Rosaleda, etc...

Así, además de unos amplios paseos centrales, nos encontramos con un espacio ajardinado donde los árboles crean una red tupida que procura sombra y frescor en las tardes estivales. Alrededor del templete de la música, pequeñas sendas se entrecruzan como si fuese un laberinto.

El espacio conocido como “Jardines de La Rosaleda”, junto al Parador de Turismo, sirve de recreo a los sentidos en la contemplación de sus macizos de flores y en la panorámica de su entorno.

Ubicado en la zona alta de la ciudad, frente a la Torre del Caracol y el Parador de Turismo, se encuentra este paseo que constituye el parque más importante y transitado de Benavente, habiendo sido antiguamente los jardines del desaparecido Castillo de la Mota.

El paseo está estructurado en diferentes zonas en función de la vegetación. Fundamentalmente hay una zona con frondoso arbolado y otra zona que es una rosaleda.

Al final del paseo hay un templete de música, la escultura de El Gran Lazo, el Monumento al Condado de Benavente, y un excelente mirador desde donde se puede contemplar todo el valle del Órbigo. (Descubre Benavente, s.f.)

Dicho paseo descansa sobre una ladera centro de estudio para la estabilización en la que se describe y detalla todas las actuaciones de la misma en las siguientes líneas.

Los Cuestos de La Mota corresponden a una ladera de unos 30 metros de desnivel, existente entre la plataforma del casco urbano de Benavente (Zamora) y la llanura de inundación del río Órbigo.

En el año 2000 se ejecutó la obra “Muros de contención para la estabilización de los taludes de los Cuestos de La Mota”.

En el año 2011, se ejecutaron las obras de “Adecuación y mejora de accesibilidad de los Cuestos de La Mota en Benavente (Zamora)”, consistentes en la instalación de una pasarela peatonal.

Con todo, en la madrugada del 16 de Marzo de 2013, se produjo un derrumbe de Los Cuestos de La Mota, que arrastró la pasarela y los muros de contención.

Tras el derrumbe, Geocisa emite un primer informe de análisis de los movimientos y de las posibles causas de la inestabilidad producida en los Cuestos de la Mota, así como un posible plan de actuaciones.

Con fecha 25 de Marzo de 2013 el Ayuntamiento de Benavente requiere de los servicios técnicos un informe que determine de las actuaciones planteadas, cuáles son de emergencia y se deben acometer por empresa especializada en un primer momento, con el objetivo de minimizar el grave peligro para las personas y los bienes que existía en aquel momento. Dicho informe técnico debe justificar dicha emergencia.

Con fecha 1 de abril de 2013, técnicos del CEDEX del Ministerio de Fomento, visitan la zona para prestar asesoramiento técnico al Ayuntamiento de Benavente y tras una reunión celebrada el día 2 de Abril de 2013, con los técnicos de Geocisa, se acotan las actuaciones de emergencia.

Con fecha 2 de Abril de 2013, los técnicos de Geocisa presentan un documento técnico, denominado plan de actuación inmediato, en el que se avanza la propuesta técnica para la estabilización del talud de los Cuestos de la Mota.

Asimismo, con fecha 4 de abril el CEDEX presenta un informe llamado “Informe sobre la inestabilidad de la ladera del paraje denominado “Cuestos de la mota”, situado junto al parador nacional de Benavente (Zamora)” en el que se describe la inestabilidad de la ladera tras el derrumbe y las actuaciones planteadas para la estabilización de la misma.

Posteriormente se llevaron a cabo las obras acordes a dichas prescripciones así como otras emitidas por el Cedex.

4.2 Histórico de inestabilidades

La ladera natural situada en las proximidades del Parador Nacional de Benavente (antiguo castillo), en el paraje denominado “Cuestos de la Mota”, consiste en una elevación máxima de unos 30-40 m de altura que en 1865 presentaba un aspecto según el indicado en la Foto 13 y en 1964 el de la Foto 14.



Foto 20. Fotografía de 1865 de la ladera objeto de estudio



Foto 21.- Fotografía de 1964 de la ladera objeto de estudio

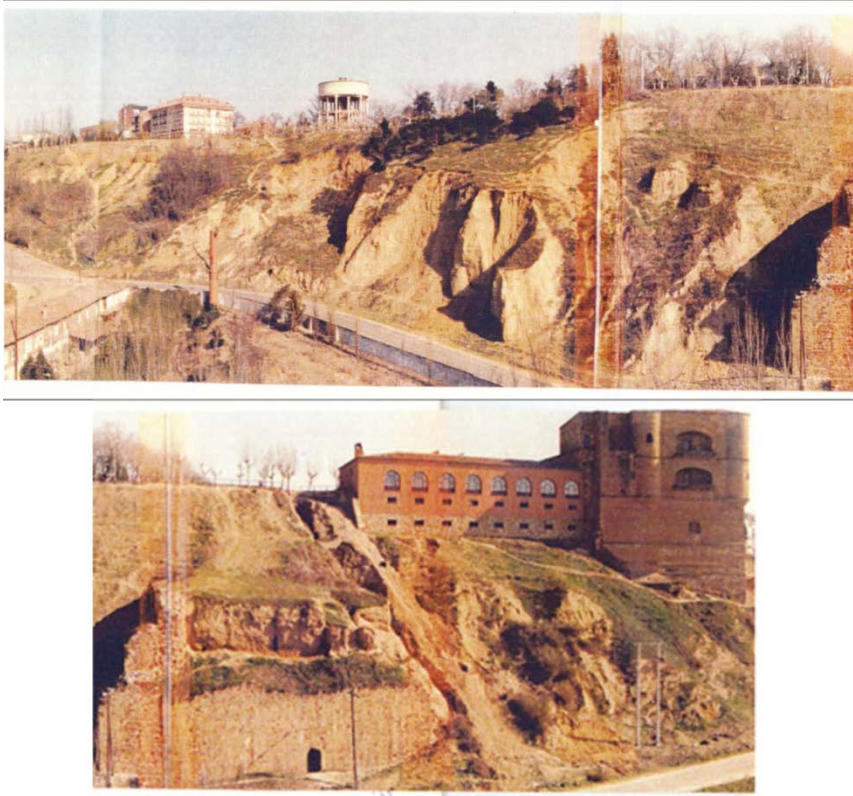


Foto 22. Vista panorámica del talud tomada en 1984

En un documento, emitido en abril de 1996, se hace referencia a que “*se ha producido recientemente un importante deslizamiento, afectando de manera directa a la carretera que bordea los taludes y edificaciones más próximas de la parte alta de los mismos...*”.

En dicho documento se hace una zonificación del talud, estableciéndose 3 zonas y subdividiendo éstas en diferentes áreas, según se puede observar en las fotos siguientes.



Foto 23.- Planta con zonificación (1 de 2)



Foto 24.- Planta con zonificación (2 de 2)

En octubre de 1996 TECOPYSA redacta el Proyecto de muros de contención para la estabilización de los taludes de los Cuestos de la Mota donde la ladera se divide en dos zonas según las fotos siguientes.

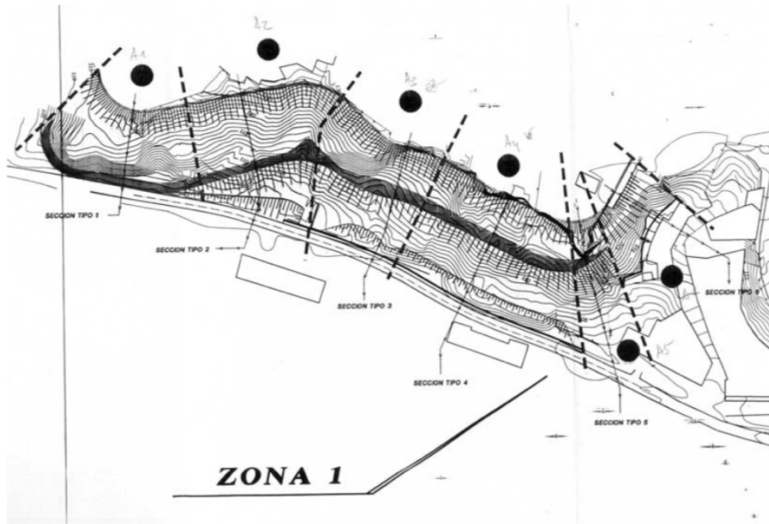


Foto 25.- Planta con zonificación (1 de 2). Zona 1

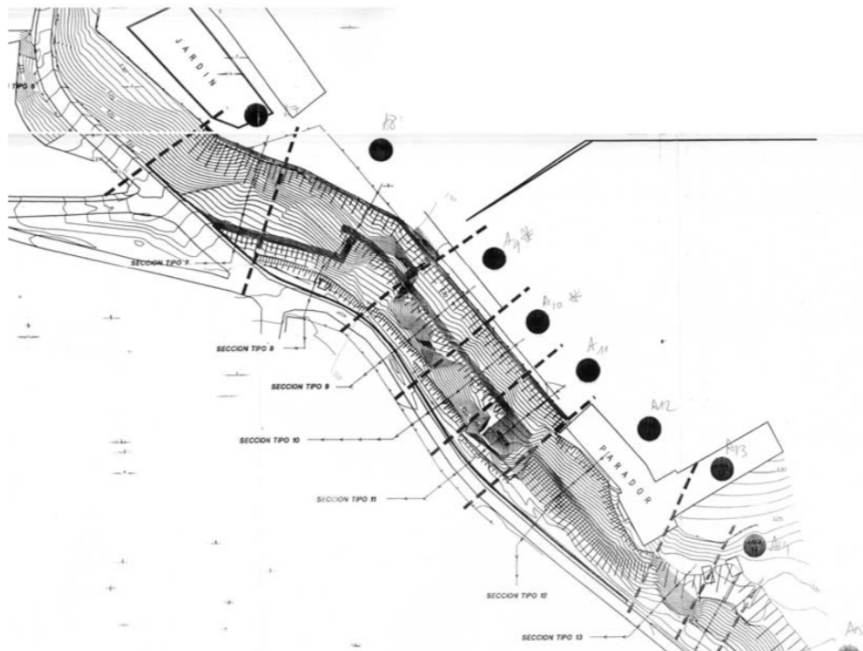


Foto 26. Planta con zonificación (2 de 2). Zona 2

En noviembre de 1996 TECOPYSA redacta la separata 1 del Proyecto, donde se incluyen *“las obras delimitadas dentro de la Zona 1, a excepción de las áreas denominadas 5 y 6”*.

En abril de 1997 TECOPYSA redacta la separata 2 del Proyecto, donde se incluyen *“todas las obras no contenidas en la 1a separata y de esta forma dar por concluida la actuación del proyecto base”*.

En diciembre de 1997 se firma el contrato entre el Ayuntamiento de Benavente y Herta S.A. para la ejecución de las obras comprendidas en el Proyecto denominado *“Segunda separata de muros de contención para la estabilización*

de los taludes de los Cuestos de la Mota”.

En mayo de 1999 ASCAL SL redacta un Proyecto modificado nº1 de la 2ª Separata de los Muros de Contención.

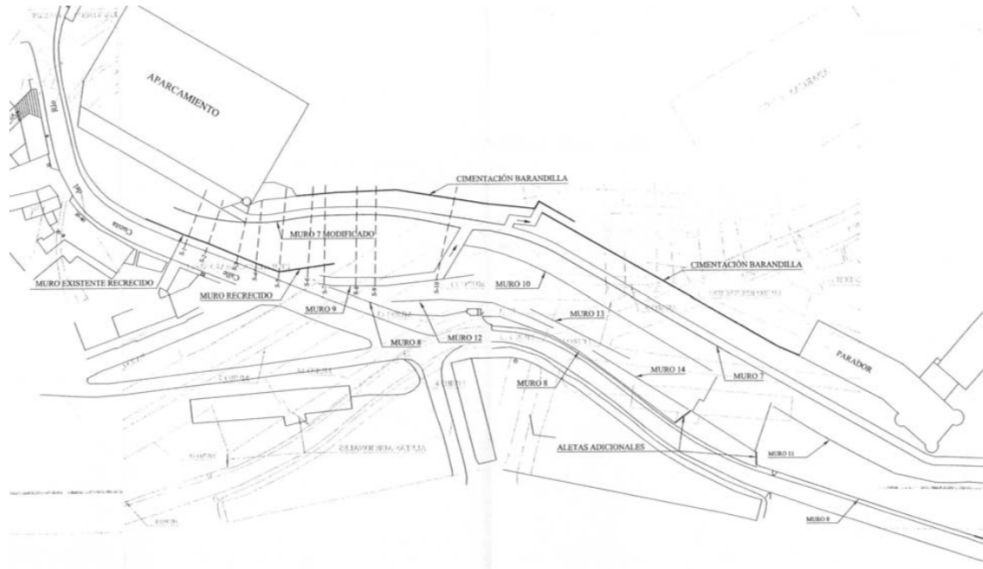


Foto 27.-Planta de los muros

En octubre de 1999 se firma el contrato entre el Ayuntamiento de Benavente y Herta S.A. para la ejecución de las obras comprendidas en el Proyecto *“Modificado del Proyecto de estabilización de los taludes de los Cuestos de la Mota, Segunda separata”*.

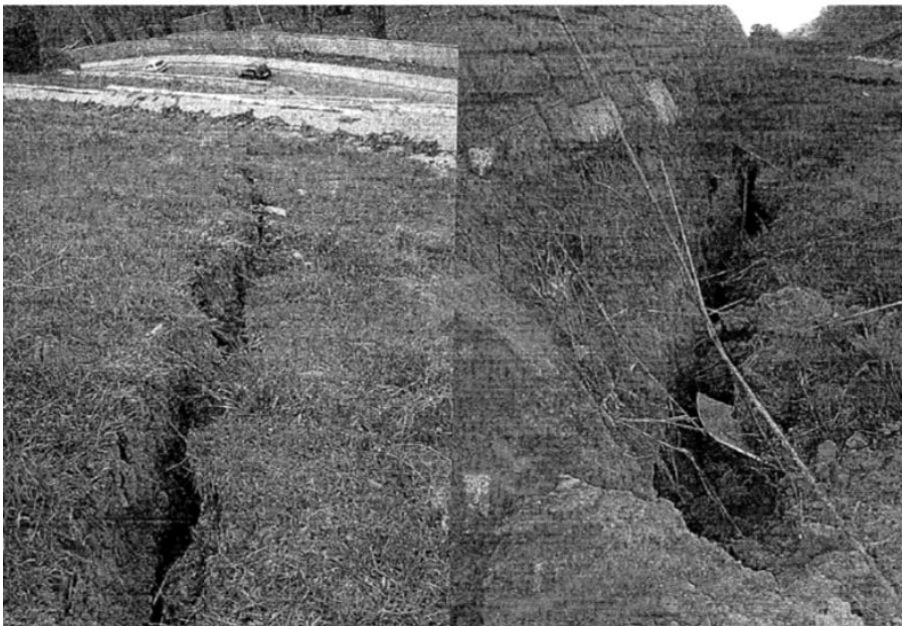


Foto 28.- Vistas de la situación del talud en febrero de 2004

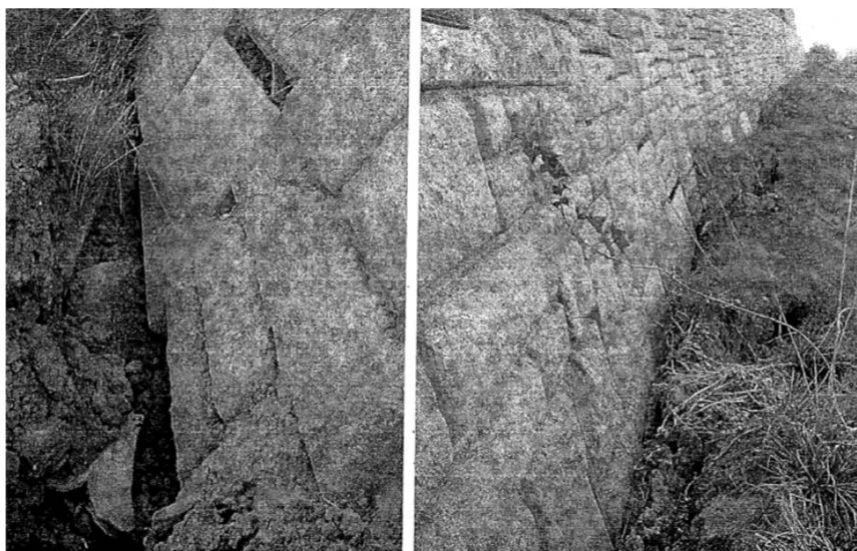


Foto 29.- Vistas de la situación del talud en febrero de 2004



Foto 30.- Vista de la situación del talud en febrero de 2004

En marzo de 2010 CR2 Consultora SL redactó para SOMCYL (Sociedad Pública de Medio Ambiente de Castilla y León) un Anteproyecto de Mejora de accesibilidad en los Cuestos de la Mota, donde se indicaba que *“las obras que se incluyen en este Anteproyecto consisten en la adecuación de los cuestos de la Mota que se encuentran en un alto grado de degradación y la construcción de una pasarela peatonal sobre la ladera y otra aérea... En algunas zonas con fuertes talud y actualmente degradadas se colocarán geomallas sintéticas para evitar la erosión”*.

“La estructura de pasarela peatonal partirá desde los Paseos de la Mota, a una cota de 738 m, con dos itinerarios, el Itinerario A con una longitud de 620 metros y el Itinerario B de 288 metros, que discurren a través de los taludes de los cuestos con una pendiente del 5% y el 7%. El Itinerario A llegará hasta la

carretera del caracol en una cota de 710 m, y el Itinerario B a la pasarela aérea de 184 metros que culminara en el parque de los Condes de Pimentel a la cota de 710m”.

“Las pasarelas tendrán una anchura de 2,50 metros sobre ladera y de 2,00 metros en aéreo, con una estructura y pavimento de tabloncillos de madera tratada, además de barandillas de madera y cables de acero o metacrilato”.

“Los pilares de la estructura aérea serán de hormigón armado. En los cambios de dirección se construirán varios miradores como zonas de descanso”.

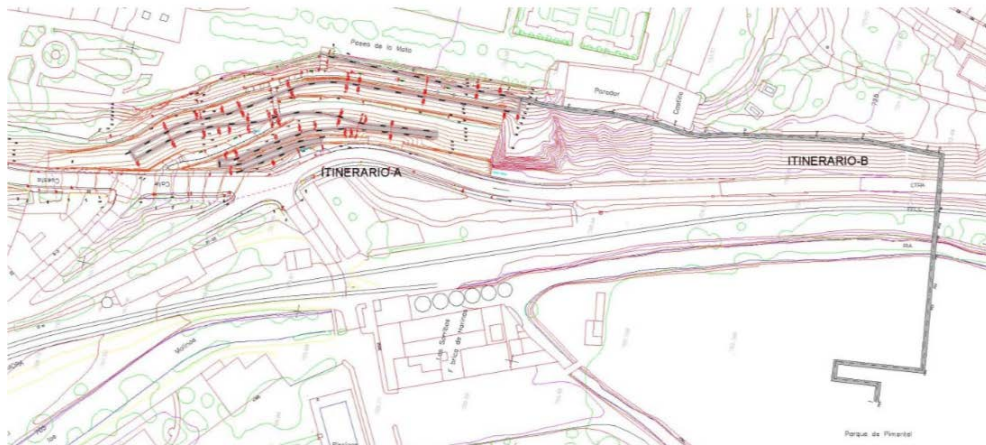


Foto 31.- Planta de las pasarelas

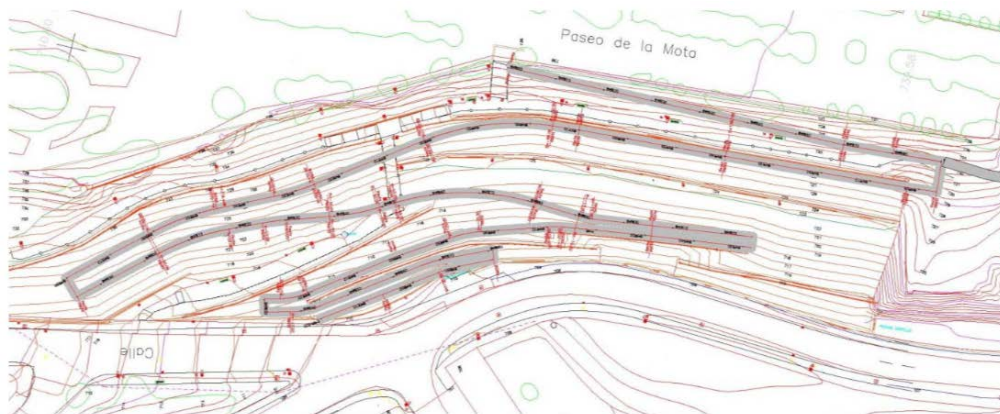


Foto 32. Detalle del itinerario A



Foto 33.- Situación del reconocimiento



Foto 34.- Vista de la patología de la pasarela

El 19 de junio de 2012 el Ayuntamiento emite un informe complementario al anterior donde se indica que “se ha descubierto el geotextil de la zona concreta donde se ordenó el corte de riego detectándose... que se han producido asentamientos en el terreno...”.



Foto 35.- Vista de la patología de la pasarela

En octubre de 2012 el Ayuntamiento emite un informe en relación con la patología observada en la pasarela que indica:

“1.- Que en la pasarela se han observado diversos asientos diferenciales a lo largo de su desarrollo, resultando especialmente evidentes en tres zonas donde se aprecian hundimientos superiores a los 4 cm, llegando en el punto más desfavorable a los 20 cm”.

“2.- Que los pilares del mirador al final del primer tramo se observan giros, con desplazamientos en la parte superior”.

“Deberá ser comunicado al órgano de contratación de la obra...la situación actual para que informe sobre la necesidad o no de cerrar al público la pasarela...”.

En octubre de 2012, el Ayuntamiento de Benavente, tras observar las patologías descritas anteriormente, encarga la realización de un control topográfico a la empresa INZAMAC.

Para realizar estas mediciones se definieron 5 perfiles, 3 de ellos en la zona con mayores movimientos y los otros dos en zonas inmediatas consideradas estables.

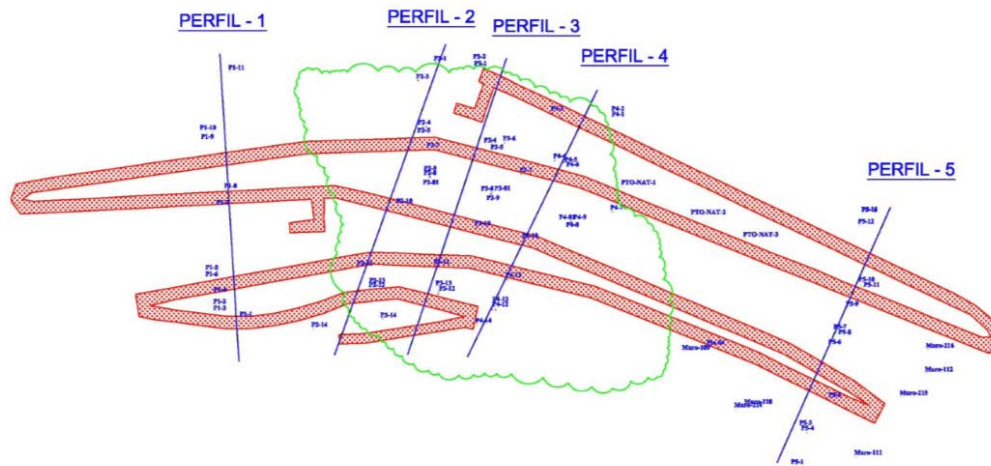


Foto 36.- Planta con situación de los perfiles auscultados

En el mes de febrero de 2013, a la vista de los movimientos registrados, el Ayuntamiento contrata a la empresa GEOCISA para analizar la situación de la ladera.

El 2 de marzo de 2013 el Ayuntamiento emite un informe en relación a la patología observada en la pasarela que indica:

“Tras una visita a la pasarela ejecutada se detectan falta de apoyo en parte de los fustes de apoyo de la pasarela (perdiendo en empotramiento de algunos fustes que se encontraban hincados superficialmente), grandes desplazamientos y giros en la misma, que han producido el desplazamiento del acceso de la pasarela desde la entrada de la Mota; roturas en los marcos de metacrilatos de la barandilla en la parte superior (más próxima a la Mota) de la pasarela; igualmente se han producido giros y asientos en el tramo medio de la pasarela, etc.”

“Debe especificarse que los movimientos de los fustes en la parte superior de la pasarela están provocando la existencia de aberturas en el terreno en el entorno de los mismos lo que podría provocar una mayor filtración de escorrentía al terreno ...lo que podría agravar la situación de estabilidad de la pasarela y/o muros de la ladera”.

“De igual forma...se debe comunicar que se continúan apreciando movimientos en los muros de tierra armada de los Cuestos”



Foto 37. Vista de la patología de la pasarela

En la primera quincena del mes de marzo, a raíz de unas fuertes lluvias se aceleran estos movimientos alcanzando velocidades de 10-15mm/día que indicaban un importante riesgo de inestabilidad por lo que la empresa GEOCISA recomendó cortar al tráfico la carretera situada al pie de la ladera y efectuar medidas de control topográfico diarias y comenzar a desmontar las pasarelas y el sistema de riego de la zona inestable (actividades condicionadas a la seguridad del personal).

El jueves 14 de marzo, a la vista de los resultados del control topográfico se planteó la posibilidad inminente de una inestabilidad y se decide paralizar el desmontaje de las pasarelas al existir riesgo para el personal.

En la madrugada del 16 de marzo de 2013 se produce un proceso de inestabilidad de la ladera en la zona correspondiente a los 3 perfiles centrales auscultados.

En las fotografías siguientes se presenta el estado de la ladera el día de la visita de los técnicos del CEDEX el 1 de abril de 2013.



Foto 38.- Vista de la ladera



Foto 39.- Vista de la ladera y chimenea y edificación junto a su pie



Foto 40.- Vista de la ladera

5 Propuestas de actuación

Después del estudio de las diferentes técnicas disponibles, se decide proponer instalar dos corredores de árboles (NBS) en la ZONA 1 y ZONA 2, además de un muro Krainer (bioingeniería) en la ZONA 3 y pavimentos permeables (SUDS) en la ZONA 4.



A continuación, se procede a mostrar algunas fotos del antes y de lo que sería el después, con las mejoras propuestas de los corredores verdes pertenecientes a las zonas 1 y 2:







5.1 Corredores verdes

Teniendo en cuenta las particularidades del caso práctico, dentro del catálogo de NBS comentado previamente, se selecciona como principal propuesta la creación de corredores vegetados.

Un corredor vegetado es una franja con una importante presencia de vegetación que une dos zonas naturales destacadas de la ciudad. Es muy importante porque da continuidad a los espacios verdes que ofrecen al ciudadano, pero además tiene muchas más ventajas.

Por un lado, permite aumentar la biodiversidad de la localidad ya que supone plantar más vegetación que, a su vez, atrae más especies animales. Por otro lado, si está bien diseñada, puede ayudar a mitigar el efecto de isla de calor urbano rebajando en unos grados la temperatura.

Como no puede ser de otra manera, un corredor verde debe dar prioridad espacial tanto al peatón como a la vegetación, por eso también reduce el ruido y la contaminación.

A la hora de diseñarlos es importante la elección de las especies vegetales, para que den sombra. Además, un corredor verde debe contar también con agua, ya sea con fuentes o pequeños estanques, y comederos para facilitar la nidificación de aves de la zona.

Todo vale para sumar más vegetación al recorrido, así que los expertos recurren a balcones, ventanas, azoteas, patios o medianeras para hacer más verdes las fachadas.

Ejemplos de corredores verdes destacados hoy en día son “Madrid Río”, en Las Palmas de Gran Canaria el “corredor verde de Tamaraceite o de Luis Garcia Correa” y en Nueva York “El corredor verde de GreenWay”.

Proceso constructivo de un corredor vegetado:

LIMPIEZA DEL TERRENO

En nuestra zona de estudio se encuentran varios elementos vegetales arbustivos y arbóreos de diversas especies. Se procederá al corte y retirada de todos aquellos elementos vegetales en mal estado y muertos, además de la retirada completa de los individuos sanos que serán trasplantados a otras zonas del corredor.

La limpieza consistirá en la sustracción de las especies arbustivas mediante destocoado con maquinaria de obra civil, obteniendo la planta prácticamente completa, de esta manera podremos aprovecharla para la posterior plantación.

El personal utilizado como operarios de limpieza serán personas del entorno, para favorecer así un enriquecimiento económico local. Las labores que desempeñarán serán retirada de basura que se encuentre depositada y

desbroce del resto de vegetación a la que no le corresponda retirada para plantación posterior.

TRATAMIENTO/ADECUACION DE TALUDES

La realización de excavaciones conlleva la alteración. Estas superficies suelen caracterizarse por; pendientes acusadas, pérdida de la capa orgánica (en nuestro caso ha sido retirada y almacenada para evitar su pérdida), y aumento de las zonas susceptibles de erosión.

Es por ello que el acondicionamiento de taludes es una tarea de especial importancia en la ingeniería de restauración ambiental.

Se procederá a la colocación de la tierra vegetal, que fue extraída durante la excavación, depositándola sobre todo el talud. Al haber incrementado la superficie por la excavación no tendremos suficiente tierra vegetal obtenida durante la excavación para cubrir toda la superficie actual.

REVEGETACIÓN

La restauración de la cubierta vegetal, es un tratamiento básico en la restauración de cualquier espacio ya sea degradado o, como en nuestro caso, buscando recrear un ecosistema natural. Esto necesita de una buena planificación y mantenimiento para ser realizado con éxito.

Será necesario realizar una correcta selección de las especies vegetales que vamos a introducir en nuestra zona de estudio, apostando por especies autóctonas que aporten alimento y refugio para las aves. Las funciones que se obtendrán de esta restauración vegetal laguna son:

- Incrementar la biodiversidad
- Estabilizar y proteger el suelo.
- Integrar paisajísticamente el entorno
- Proporcionar alimento y refugio a la fauna

Como se ha nombrado, la elección de las especies es una de las cuestiones más relevantes en la restauración. Dicha elección dependerá de tres aspectos fundamentales: factores ambientales (fitogeográficos, climáticos, microclimáticos, edáficos, fisiográficos, fitosociológicos, predadores, plagas, competencia, y factor antrópico y económico), objetivos que queremos conseguir con la revegetación de nuestra zona de estudio y las condiciones de conservación y mantenimiento que vayamos a destinar a la nueva cobertura vegetal.

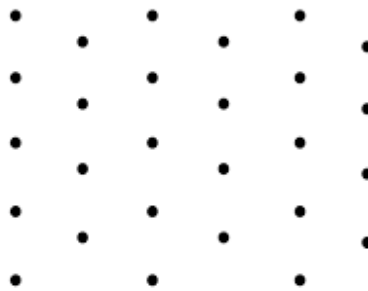
Para poder proceder a colocar la nueva cubierta vegetal de nuestra zona de estudio, debemos realizar las labores especificadas en los apartados anteriores; limpieza y acondicionamiento del terreno.

Existen dos métodos generales de llevar a cabo la colocación de la cubierta vegetal; siembra y plantación. Por las características de nuestro proyecto se utilizará la plantación que nos permite tener los resultados inmediatamente.

La plantación consistirá en la colocación de plantas producidas en viveros forestales para que desarrollen y den lugar a nuevas masas arbóreas. La plantación tiene como ventaja una mayor probabilidad de éxito en medio o condiciones desfavorables, ganancia de tiempo, mayor facilidad para mezclar especies y controlar la densidad, menor costo de cuidados posteriores. Si bien es cierto que tiene mayor coste de mano de obra y acondicionamiento del terreno para su colocación.

La época propicia es a savia parada, se planta de final de octubre a final de diciembre. Para una buena plantación, la raíz debe quedar siempre recta, con un hoyo de profundidad superior al sistema radical. El cuello de la raíz debe estar dentro del terreno unos 2-5 cm, y la parte aérea debe quedar vertical y liberada de terrones que puedan deformar o enterrar las ramillas de la planta.

La plantación de las especies arbustivas y arbóreas se realizará en envase o cepellón. La densidad de plantación será la mayor posible teniendo en cuenta el porte adulto de las especies arbóreas que queremos introducir. El método de plantación utilizado será a tresbolillo, donde cada tres plantas conformarán un triángulo equilátero de lado "s". Es un método que permite obtener una elevada densidad de plantación con el mismo número de plantas.



La preparación del terreno especificada en puntos anteriores debe destacarse como un elemento de gran importancia pues el sustrato cobra especial interés en las plantaciones de individuos jóvenes y sin gran enraizamiento.

Las funciones que aporta el acondicionamiento del terreno para la vegetación son:

- Aumentar la profundidad útil del suelo para permitir un mayor enraizamiento.
- Aumentar la capacidad de retención de agua en el suelo.
- Aumentar la velocidad de infiltración de agua en el suelo reduciendo así la escorrentía y por tanto erosión hídrica.
- Mejorar la aireación del suelo.
- Reducir la invasión del matorral después de la plantación.
- Mejorar en general la supervivencia de la plantación.

Para las especies arbóreas, la metodología de plantación será de ahoyado mediante retroexcavadora. Consiste en la extracción de parte del suelo con la cuchara de la retroexcavadora, dejando un hoyo que posteriormente será

refinado en su plataforma para acondicionarlo a la forma del cepellón del árbol a introducir. El único equipo necesario es una máquina retroexcavadora convencional, preferiblemente de cadenas, con cazo de 40 a 50 cm, de buena estabilidad y potencia superior a los 100 CV. Se instalará en lugar de la cuchara convencional, una formada por pletinas que le permita realizar el despedregado de piedras de diámetro superior a la separación de las pletinas.

En el caso de las especies arbustivas y macrófitos de la orilla de la laguna, la metodología con la que se llevará a cabo la plantación será mediante plantamón. Consiste en realizar hoyos de escasa anchura y profundidad suficiente mediante percusión sobre el suelo de una herramienta adecuada. El plantamón es una pala recta de sección romboidal con mango de madera de 1,50 metros, que una vez clavada en el suelo y tras un movimiento de vaivén, genera una cavidad.

INSTALACION DE ELEMENTOS PARA LA FAUNA

La localización de fauna en nuestro corredor supondrá por una parte un indicador del buen estado de salud del mismo y por otro lado permitirá tener en equilibrio al sistema sin necesidad de mantenimiento por parte del hombre, autorregulación.

Podemos clasificar la instalación de elementos para la fauna según sean; insectos y aves.



5.2 Muros Krainer

Teniendo en cuenta las particularidades del caso práctico, dentro del catálogo de la Bioingeniería comentado previamente, se selecciona como principal propuesta la creación de muros Krainer.

El muro Krainer es una técnica de bioingeniería, compuesta por troncos dispuestos en sucesivos planos horizontales. Últimamente se ha venido usando esta técnica para frenar procesos erosivos y en la estabilización de taludes frente a procesos de deslizamientos. Sin embargo, cabe destacar que son procesos diferentes y que se deben tener en cuenta cada uno por separado.

Muchas veces esta técnica se realiza con materiales disponibles en la zona y por ello se justifican las dimensiones y materiales de estos, no optimizando de esta manera, el rendimiento de los elementos que la componen. En este sentido,

en el presente documento se definirán las dimensiones mínimas frente a unas determinadas condiciones, las que se han considerado más frecuentes.

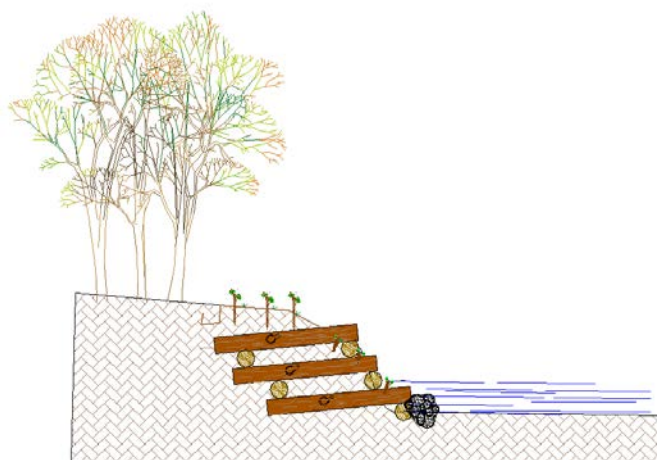


Figura 1. Croquis general de un muro krainer

Proceso constructivo de un muro Krainer:

El muro Krainer tiene por cometido estabilizar y proteger el talud de las corrientes con mayores velocidades, conformando una estructura similar a un muro de tierra armada.

El proceso comenzará con el cajeado, para después colocar la primera fila de troncos paralelamente al cauce de longitud variable entre 2 y 4 m. Posteriormente se dispondrán troncos perpendicularmente al río. La unión de estos troncos se realizará mediante machihembrado y con clavos o varillas metálicas.

Una vez construido un plano se rellenará con tierra vegetal y se colocarán estacas vivas sauce cuyos diámetros serán de 3-10 cm y con una longitud aproximada de 1,5-2 m y/o plantas enraizadas. Se realizarán planos sucesivos de igual manera posicionando los troncos paralelos a la ribera retranqueados respecto al plano inmediatamente inferior. El material aportado entre los diferentes planos deberá compactarse.



Figura 2. Operaciones colocando troncos en un plano del muro Krainer

Es conveniente, que los troncos necesarios para llevar a cabo esta técnica procedan de tratamientos selvícolas realizados en la zona de actuación o en su entorno, procurando evitar aquellas especies exóticas invasoras por su peligro de rebrote. En la medida de lo posible se utilizarán troncos descortezados.

Los planos se colocarán con un ángulo en contrapendiente del 10-15%. En cuanto a la ejecución de los troncos perpendiculares a la corriente se aconseja que, para facilitar el empotramiento, estos se afilen y se hincuen en el talud.

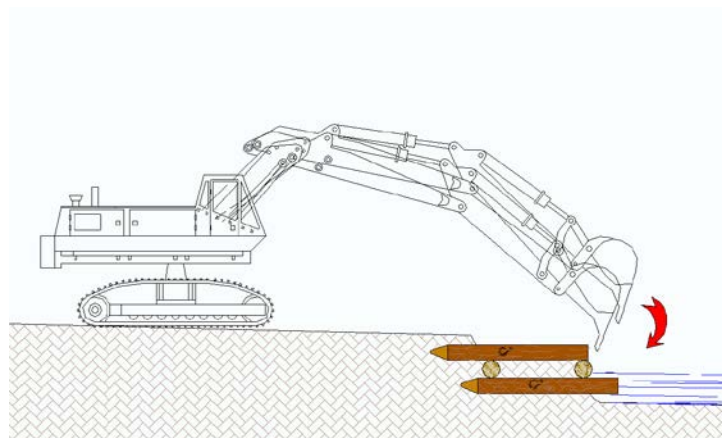


Figura 3. Croquis de cómo se debe empotrar los troncos perpendiculares

5.3 Pavimentos permeables

Teniendo en cuenta las particularidades del caso práctico, dentro del catálogo de mejoras de drenaje comentado previamente, se selecciona como principal propuesta la creación de pavimentos permeables.

Una de las mejoras a destacar es el ECODRAINING que consiste en un pavimento modular de hormigón con alta capacidad drenante que incorpora la tecnología descontaminante ecoGranic, lo que le hace contribuir activamente a la eliminación de contaminantes de la atmosfera.

Los firmes permeables por su capacidad de laminación y depuración de la escorrentía urbana es unas de las técnicas más completas de los SUDS (Sistemas Urbanos de Drenaje Sostenible), que persigue en sus propósitos más destacados el cierre del ciclo natural del agua: la infiltración a acuíferos subterráneos, recuperación de aguas para usos no potables, o ante su imposibilidad, la depuración de estas aguas pluviales antes de su volcado en la red de saneamiento.

La utilización de ecoDraining en diferentes colores y formatos en la superficie (peatonal o diferentes tránsitos de vehículos) evitando acumulaciones de aguas, charcos, etc., son considerados como infraestructuras verdes urbanas con carácter multifuncional: mitigadores del efecto isla calor urbano que provoca la impermeabilización de las ciudades, pavimentos sonoreductores, antideslizantes y descontaminantes (degrada NOx, clase 3 norma UNE127197/1) además de estar fabricados con material reciclado.

Un subconjunto importante y ampliamente estudiado dentro de los SUDS son los pavimentos permeables, cuyo principio general es el de recoger, pretratar y controlar la escorrentía en origen, y, si las características de calidad de éstas y el terreno lo permiten, infiltrarla a las capas inferiores del suelo.

Los Sistemas urbanos de Drenaje Sostenible y en particular los pavimentos permeables pueden contribuir a la conservación de algunas de las principales funciones edáficas y mitigar, hasta cierto punto, los efectos del sellado del suelo.

En la actualidad el 54 por ciento de la población mundial reside en áreas urbanas y se prevé que para 2050 llegará al 66 por ciento, según datos de un informe de la ONU difundido en Julio de 2014. Estos datos nos obligan a reflexionar sobre la manera de actuar en un futuro en la urbanización de las ciudades para prevenir los impactos que el sellado del suelo puede ocasionar, ya que los suelos realizan una amplia gama de funciones ecosistémicas vitales.

¿Qué son los pavimentos permeables?

Los antecedentes de los firmes permeables se remontan fundamentalmente a la década de 1970. En 1972 en Estados Unidos se llevó a cabo probablemente la primera investigación acerca de los firmes permeables. Desde entonces han sido múltiples los trabajos de investigación desarrollados en varios países que han

dado lugar a monografías y manuales específicos. Las principales ventajas que ofrecen los pavimentos urbanos permeables son las siguientes:

- Disminución del peligro de inundaciones en las ciudades, al reducir el vertido de agua a la red general de alcantarillado.
- Reducen los efectos negativos de los periodos de sequía en las zonas verdes mediante la instalación de aljibes alimentados por la escorrentía generada en el pavimento permeable.
- Reducen la contaminación difusa evitando problemas en las depuradoras y en los hábitat receptores y mejoran de la calidad de las aguas respecto a los sistemas tradicionales.
- Permiten la recarga de acuíferos o la reutilización del agua almacenada en su interior para cisternas o riego de jardines.
- Ofrecen un acabado estético de calidad y además evitan la formación de charcos aumentando la comodidad y la seguridad de las calles en tiempo de lluvia.
- Potencia el desempeño de las funciones naturales del suelo mediante la instalación de un suelo permeable.

Los principales inconvenientes de los pavimentos permeables son:

- La colmatación que pone en peligro su funcionalidad (perdida de permeabilidad)
- La degradación de los materiales que amenaza su durabilidad y la falta de capacidad portante y fallo estructural de la estructura de firme.
- Desconocimiento y desconfianza.

El empleo de este tipo de pavimentos está especialmente indicado para zonas con baja intensidad de tráfico rodado, como pueden ser zonas peatonales de las ciudades o zonas de aparcamiento. Los materiales empleados con mayor frecuencia en este tipo de superficies son: césped, grava, rejillas de césped de plástico y rejillas de césped de hormigón, pavimentos de hormigón permeables y asfalto poroso. A continuación se muestran algunos ejemplos:

Se puede introducir a nivel urbano como en el caso del pavimento drenante Polpaico pero también tienen una aplicación en el ámbito residencial como en el caso de Flo-grid

Proceso constructivo de un pavimento permeable de hormigón poroso:

PUESTA EN OBRA

- Mismas técnicas de colocación que el hormigón convencional.
- El hormigón drenante no se puede bombear.
- Antes de la colocación la preparación y forma de la subbase debe ser chequeada.
- Recomienda ensayos densidad en fresco para controlar la carga de cada carga
- Colocación continua y extendido y enrasado rápido.
- Encofrado convencional.
- Reglas vibratoras o reglas manuales(estas ultimas puede causar desgarros en la superficie si la mezcla es muy rígida).

CONSOLIDACIÓN

- Consolidación generalmente con rodillo.
- No retrasar consolidación debido al rápido endurecimiento.
- Consolidación dentro de los 15 minutos después de su puesta en obra.

ACABADO

- No existe el proceso de acabado en los pavimentos drenantes esto mejora la tracción.

JUNTAS

- Mayor separación en las juntas.
- Ejecución de las juntas poco después de la consolidación.
- Técnica “pizza cutter” o regla de acero a la profundidad requerida con un martillo.
- La sierra de corte es posible pero puede bloquear algunos huecos e incrementar el raveling.
- Algunos pavimentos sin juntas ya que no son necesarias por estética por integridad estructural.

CURADO

- Alta propensión a agrietamiento por contracción plástica.
- Curado comienza antes de la colocación del hormigón humedeciendo el suelo.
- Laminas de plástico aseguradas con madera o estacas y no con arena.
- Altas temperaturas y condiciones de viento efectos mas pronunciado respecto a los convencionales.

6 Discusión de las soluciones planteadas

6.1 Estudio de viabilidad técnica y económica

En el apartado que concierne, se expone en cada una de las soluciones una tabla resumen del presupuesto generado para cada uno. En este presupuesto no tiene en cuenta el beneficio industrial ni los gastos generales.

El presupuesto se ha realizado en el caso del corredor verde por metro lineal, y en el caso de muro Krainer y pavimento permeable por metro cuadrado.

Este resumen económico se ha obtenido agrupando las diferentes partidas de los presupuestos parciales en los cuales se incluyen los costes indirectos, a los cuales se les ha otorgado un valor del 3%.

CORREDOR VERDE

Para la fabricación del corredor verde las unidades de obra que se van a utilizar son las siguiente:

En cuanto a los materiales que se van a utilizar son:

- Las diferentes plantas y árboles que se pretendan plantar en cada zona
- Abono mineral complejo
- Agua

En cuanto a la maquinaria utilizada será:

- Mini pala cargadora sobre neumáticos, de 52 KW

Y por último, la mano de obra necesaria:

- Oficial 1ª jardinero
- Peón jardinero

Con todo esto el precio por metro lineal de un corredor verde es el que viene reflejado en la siguiente tabla:

RESUMEN PRESUPUESTO CORREDOR VERDE	
CONCEPTO	IMPORTE (€/ml)
Materiales	102,30
Equipo y Maquinaria	3,31
Mano de Obra	7,82
TOTAL	113,43

MURO KRAINER

Construcción de entramado vivo (muro Krainer) con base de escollera y una altura mínima de 1.50 m de altura y una profundidad de 2,00m

Para la fabricación del muro Krainer las unidades de obra que se van a utilizar son las siguiente:

En cuanto a los materiales que se van a utilizar son:

- Gaviones flexibles.
- Escollera
- Material drenante
- Tierra vegetal

En cuanto a la maquinaria utilizada será:

- Pala cargadora

Y por último, la mano de obra necesaria:

- Oficial 1ª j
- Peón

Con todo esto el precio por metro lineal de un muro Krainer es el que viene reflejado en la siguiente tabla:

RESUMEN PRESUPUESTO MURO KRAINER	
CONCEPTO	IMPORTE (€/m ²)
Materiales	697,17
Equipo y Maquinaria	343,70
Mano de Obra	435,85
TOTAL	1.476,72

PAVIMENTO PERMEABLE

Pavimento continuo drenante de hormigón

Para la fabricación del pavimento permeable las unidades de obra que se van a utilizar son las siguiente:

En cuanto a los materiales que se van a utilizar son:

- Hormigón HM-D-225/F/8 Hydromedia “LAFARGE”, de bajo contenido en finos, fabricado en central.

En cuanto a la maquinaria utilizada será:

- Regla vibrante de 3 metros.
- Equipo para corte de juntas en solera de hormigón.
- Dumper de descarga frontal de 2 t de carga útil.

Y por último, la mano de obra necesaria:

- Oficial 1ª
- Peón

Con todo esto el precio por metro lineal de un pavimento permeable es el que viene reflejado en la siguiente tabla:

RESUMEN PRESUPUESTO PAVIMENTO DRENANTE	
CONCEPTO	IMPORTE (€/m ²)
Materiales	9,71
Equipo y Maquinaria	5,40
Mano de Obra	6,44
TOTAL	21,55

6.2 Análisis del cumplimiento de los objetivos de desarrollo sostenible

En el siguiente apartado vamos a explicar para cada propuesta los objetivos de desarrollo sostenible que cumplen:

En el caso del **CORREDOR VERDE** tiene una serie de objetivos sociales como pueden ser:

- Mejora la salud ya que el aire más limpio contribuye a disminuir los casos de asma, hay un menor riesgo de cáncer de piel, reducción del estrés, impacto positivo sobre la salud mental y el bienestar, fomenta el ejercicio contrarrestando las enfermedades cardíacas y la diabetes tipo 2.
- Mejora de las condiciones de vida y habitabilidad debido a que mejora la eficiencia energética de los edificios y puede ayudar a aliviar la escasez de combustible, mejora la protección en invierno, aumento de la seguridad peatonal, reduce el ruido, genera microclimas moderados, aumenta la absorción del CO₂.
- También tiene un significado cultural haciendo ambientes más armoniosos, aumentando el sentido de orgullo del lugar, reforzando la cohesión de la comunidad.
- Se puede destacar también que tiene un valor espiritual aumentando la autoestima, el acercamiento que produce de la ciudadanía con la naturaleza y las estaciones, y tiene un carácter aliviador de la ansiedad, la depresión, y el insomnio.
- Promociona la educación aumentando la concentración en las aulas 'naturales' y mejorando los resultados del aprendizaje.

En cuanto a los objetivos económicos podemos destacar:

- La producción de recursos forestales como pueden ser leña, compost y abono de la hojarasca, combustible renovable, madera, frutos.
- Reducción de costes de mantenimiento de espacios verdes debido a que los árboles requieren un mantenimiento intensivo menor que otros espacios verdes, tipo céspedes.
- Y uno de los beneficios más importantes como es la contribución a la economía local mediante la producción forestal, la creación de empleo, inversión local, aumento del valor de la propiedad, los ingresos derivados del turismo y del ocio.

En relación con los objetivos ambientales podemos decir:

- Que mejora la estética haciendo paisajes más atractivos y ocultación de espacios degradados, una mayor naturalización del espacio y un acercamiento de la naturaleza a la ciudad.
- Un mayor control de la erosión del suelo ya que los arboles retienen el suelo, que actúa además almacenando carbono.
- También mejora la calidad del agua siendo los arboles filtros naturales.
- Es una clara promoción de la vida silvestre aumentando la biodiversidad y acercando la vida silvestre a la población.
- Una de las razones por la que se propone el corredor verde es las ventajas que tiene sobre el cambio climático siendo algunas de las siguientes dichas ventajas:
- Lucha contra el cambio climático debido a que los arboles eliminan el CO₂ actuando como sumideros de carbono, además la utilización de recursos forestales en los sectores de la construcción y energético ofrecen alternativas de bajas emisiones de CO₂.
- Adaptación al cambio climático mediante los árboles que atenúan las lluvias torrenciales y las inundaciones reduciendo la escorrentía y mejorando la eficiencia de los sistemas urbanos de drenaje.
- Y por último, tienen un componente regulador térmico por un efecto combinado de la capacidad de los árboles de evaporar el agua, reflejar la luz solar y proporcionar sombra reduce el efecto “isla de calor urbana”.

En cuanto a los **PAVIMENTOS PERMEABLES** podemos decir que tiene los siguientes objetivos hidrológicos:

- Previene frente a inundaciones,
- mantiene y restaura el flujo natural en corrientes urbanas,
- tienen una menor interferencia en los regímenes naturales de las masas de agua receptoras, tanto en calidad como en cantidad
- y por último, recarga los acuíferos subterráneos, restituyendo el flujo subterráneo hacia los cursos naturales mediante infiltración.

En cuanto a los objetivos paisajísticos cabe destacar:

- Creación de entornos naturales (como humedales) de valor paisajístico y
- una clara mejora de la calidad estética de una zona urbana, aumentando el valor de las zonas residenciales donde se implanta.

Los objetivos ambientales son los siguientes:

- Una mejora de la calidad de las aguas de escorrentía,
- reducción de la cantidad de contaminantes que llegan al medio receptor,
- el enriquecimiento de la biodiversidad al crear nuevos humedales,
- menor interferencia en los regímenes naturales de las masas de agua receptoras,
- reducción del efecto “isla de calor” en las ciudades, contrarrestando el aumento de temperatura provocado por superficies asfaltadas y hormigonadas,
- previene las inundaciones y permite la recogida de agua de lluvia,
- ayudan a hacer frente a los efectos del cambio climático,
- protección de las corrientes urbanas de vertidos accidentales y pérdidas de tuberías,
- la recarga de acuíferos mediante esta técnica puede solucionar problemas ambientales como los de intrusión marina, subsistencia, degradación de humedales y disminución de caudales base de cauces fluviales entre otro y por último, la reducción del número de descargas del sistema unitario de las depuradoras.

También tiene una serie de objetivos económicos:

- Disminuyen las pérdidas económicas por daños provocadas por inundaciones, al pasar a ser el agua de precipitación un recurso disponible e incluirse en la gestión de recursos hídricos,
- disminuye el gasto en la captación y otras obras hidráulicas,
- incremento del valor añadido de las urbanizaciones, debido a la mejora del paisaje del entorno y de la dotación de zonas recreacionales adicionales,
- reduce costes en el funcionamiento de depuradoras al disminuir la cantidad de agua a tratar que llega a las mismas, la cantidad de energía invertida en el tratamiento y al no alterarse frecuentemente el patrón de contaminantes para el que la depuradora ha sido diseñada.

Por último, destacar un par de objetivos sociales y urbanos como son:

- la protección frente al riesgo de inundaciones y
- permite el desarrollo urbano en espacios con el sistema de alcantarillado colapsado.

Y por último, lo referido al **MURO KRAINER** podemos destacar los siguientes objetivos paisajísticos:

- Creando unos entornos más agradables en comparación con otros tipos de muros, ya que los muros Krainer tienen un menor impacto ambiental pudiendo recubrirlos con diferentes plantas mejorando la calidad estética de la zona urbana.

Unos objetivos ambientales como son:

- La estabilización del cuesta e impidiendo el desplazamiento del mismo conservando el carácter natural de la zona, ayudando a frenar los efectos del cambio climático debido a que se mantiene el carácter natural del cuesta sin impedir el crecimiento de la flora que a su vez ayuda a la infiltración del agua reduciendo la problemática del agua en esta zona y ayudando como se ha comentado anteriormente al cambio climático.

De los objetivos económicos destacar que mediante este muro se terminaría con la problemática de inestabilidad que tanto coste produce su control y mantenimiento, solventando de una tacada dicho problema y por lo cual dicho derroche económico.

Y por último en los objetivos urbanos y sociales decir que se reduce el posible riesgo de derrumbe pudiendo causar grandes daños personales y urbanos.

En la siguiente tabla se presenta un resumen de los Objetivos de Desarrollo Sostenible a los cuales da cumplimiento el empleo de cada técnica propuesta.

ODS	CORREDOR VERDE	MURO KRAINER	PAVIMENTO PERMEABLE
Fin de la pobreza			
Hambre cero			
Salud y Bienestar	X	X	X
Educación de Calidad			
Igualdad de Genero			
Agua limpia y saneamiento	X		X
Energía asequible y no contaminante			
Trabajo decente y crecimiento económico			
Industria innovación e infraestructura		X	
Reducción de las desigualdades			
Ciudades y comunidades sostenibles	X	X	X
Produccion y consumo responsable			
Accion por el clima	X	X	X
Vida submarina			
Vida de ecosistemas terrestres	X		
Paz, justicia e instituciones			
Alianzas para lograr los objetivos			

7 Conclusiones

La primera de las conclusiones es la constatación de la importancia de los parques urbanos, especialmente en Benavente al ser una de las ciudades con menos zonas verdes de Castilla y León con tan sólo 17.66 metros cuadrados de zona verde por habitante. La importancia de los parques urbanos se debe a que permiten la protección y el aumento de la flora y fauna dentro y entorno a las ciudades, además de ser beneficiosos para la salud y bienestar de los ciudadanos.

Otra de las conclusiones extraídas de este trabajo es la importancia de las soluciones de construcción sostenible para la rehabilitación y la regeneración urbana, destacando las Nature Based Solutions (NBS) para aumentar la cantidad de espacios verdes en Benavente, la Bioingeniería para afrontar la problemática de las inestabilidades del cuesto de La Mota, y los Sistemas Urbanos de Drenaje Sostenible (SUDS) para dar solución a un correcto drenaje del agua.

Además, este trabajo ha servido para plantear una metodología simplificada de diagnóstico y de parques y jardines. En las fichas elaboradas y presentadas en el apartado 4.2, podemos encontrar una amplia descripción de todos los parques existentes en Benavente y su localización en el marco urbano, incluyendo la denominación del parque, una foto, el estado actual del mismo, la superficie, los principales usos, un pequeño diagnóstico de la vegetación, juegos infantiles, instalaciones y un apartado de comentarios y propuestas. Este inventario permite estudiar las mejores zonas para la situación de los diferentes corredores verdes de la ciudad.

Una de las conclusiones más importantes es la identificación de la mejor solución posible para la rehabilitación y regeneración urbana de Benavente, , combinado varias propuestas de actuación como los corredores verdes, los muros Krainer y los pavimentos permeables. La elección de los corredores verdes se debe a que se buscaba dar continuidad a una serie de parques en el centro de Benavente y una de las partes más importantes como es el castillo, a parte de todas las ventajas que estos corredores verdes nos ofrecen.

En cuanto a la elección de los muros Krainer, viene dada debido a la utilización de materiales naturales intentando camuflar la solución tomada en un entorno natural con la menor alteración del terreno.

Por último, la solución adoptada para un buen drenaje es la que nos ofrecen los pavimentos permeables, más concretamente los del tipo ECODRAINING, con múltiples ventajas, incluida su capacidad fotocatalítica.

A modo de conclusión final, se propone la utilización de dos corredores verdes que conecten los dos parques más importantes de Benavente, como son el Parque de la Mota y el parque de La Pradera. Dicha solución viene detallada en imágenes generadas para este trabajo, donde podemos el estado actual y compararlo con el futuro corredor verde que conectaría ambos parques céntricos, dando importancia a la vegetación y generando una zona natural para el disfrute de todos los ciudadanos y visitantes de Benavente.

8 Bibliografía

(23 de Agosto de 2018). *La Opinion de Zamora*.

academia.edu. (s.f.). Obtenido de http://www.academia.edu/27450653/Estabilización_de_taludes_con_métodos_de_bioingenier%C3%ADa_Slope_stability_with_bioengineering_methods

bibing.us.es. (s.f.). Obtenido de <http://bibing.us.es/proyectos/abreproy/71067/fichero/1067-MARTIN.pdf>

CREAF. (s.f.). Obtenido de <http://blog.creaf.cat/es/noticias/quins-serveis-ambientals-ens-aporten-els-espais-verds-urbans-de-larea-metropolitana-de-barcelona/>

Descubre Benavente. (s.f.). Obtenido de <https://www.descubrebenavente.com/jardines-de-la-mota/>

ec.europa.eu. (s.f.). Obtenido de <http://ec.europa.eu/environment/nature/ecosystems/docs/GI-Brochure-210x210-ES-web.pdf>

ecoembes.com. (s.f.). Obtenido de <https://www.ecoembes.com/es/planeta-recicla/blog/que-es-un-corredor-urbano>

epistemonikos. (s.f.). Obtenido de <https://www.epistemonikos.org/es/documents/46ee5b5cd7cf33c847d4f7e77b1a31fbe6b4d524>

HIDROLOGIA SOSTENIBLE. (s.f.). Obtenido de <http://hidrologiasostenible.com/sistemas-urbanos-de-drenaje-sostenible-suds/>

Labayru, J. T. (s.f.). *Arquitectura+acero*. Obtenido de <http://www.arquitecturaenacero.org/proyectos/sustentable/parques-urbanos-y-sustentabilidad>

miteco. (s.f.). Obtenido de https://www.miteco.gob.es/es/agua/temas/delimitacion-y-restauracion-del-dominio-publico-hidraulico/10%20Estabilización%20taludes%20con%20Krainer_tcm30-214395.pdf

SuD Sostenible. (s.f.). Obtenido de <http://sudsostenible.com/ejemplo-de-infraestructura-verde-en-espana-el-anillo-verde-de-vitoria-gasteiz/>

vigilancer. (s.f.). Obtenido de <http://www.vigilancer.es/noticias/oportunidad-pavimentos-permeables>